This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

1-5
2 e, 322 p.

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster Jahrgang.

1903.

Mit 1 Tafel und Abbildungen im Text.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

A.T.
VA

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX TILDEN FOUNDATIONS.

1-5
2 l, 322 p.

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster Jahrgang;

1903.

Mit 1 Tafel und Abbildungen im Text.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

A.T.
VA

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
463815
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1909 L

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Bekanntmachung 1. 60. 61. 111. 170

Bericht über die Tätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1902 61

Bestimmungen über das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier 211

Der deutsche Normalsand. Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary . 2

Zur Frage der Prüfung plastischer Mörtel. Von demselben 81

Hochofenschlacke und Portland-Zement. Von demselben 159

Versuche zur Ermittelung eines möglichst dichten Sandes aus Freienwalder Rohsand. Von demselben . . 171

Normalkalk. Von demselben 188

Kleine Mitteilungen aus der Abteilung für Baumaterialprüfung. Von demselben.

1. Die Körnerplättchen zu Bauschingers Tasterapparat 106
2. Zerspringen von Kaminrohren 106
3. Zementfliesen 109
4. Wertbestimmung der Puzzolane 110

Flachsprüfungen. Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Professor W. Herzberg 91

Über das Durchscheinen der Schrift bei Normalpapieren. Von demselben 176

Normalpapiere. Von demselben 200

Kleine Mitteilungen aus der Abteilung für Papierprüfung. Von demselben.

1. Löschpapiere 102
2. Schulhefte 103

Scheidevorrichtung für verschieden schwere Flüssigkeiten. Vom Vorsteher der Abteilung für Ölprüfung, Professor Dr. D. Holde 80

Mitteilungen aus der Abteilung für Ölprüfung. Von demselben.

1. Die Prüfung von Leuchtpetroleum mittels der sog. Natronprobe 52
2. Zur Prüfung des Gefrierpunktes fetter Öle 57
3. Zur Bestimmung von weichem Asphaltpech in dunklen Mineralzylinderölen 57
4. Zur Kenntnis des Daturaöls. (Zweite Mitteilung) 59

Druckfestigkeit von Beton und Einfluß der Körper-(Würfel-)Größe auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zement-Mörtel und Beton. Vom ständigen Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung, H. Burchartz 111

Die Prüfung von Pflastermaterial, Fußbodenbelag und Dachdeckstoffen. Von demselben 216

Seite

Mitteilungen aus fremden Zeitschriften. Vom ständigen Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung, H. Burchartz.

1. Ein neues Verfahren zur Ermittelung der Zugfestigkeit von Portland-Zement 196
2. Die Ermüdung von Zementproben 197
3. Über den Einfluß der Dauer der auf die Wasserlagerung folgenden Luftlagerung von Zementproben auf ihre Festigkeit 198

Untersuchung von Wollölen und gefärbten Ölen. Vom Assistenten der Abteilung für Ölprüfung, Dr. J. Marcusson.

1. Wollöle 48
2. Der Säuregehalt gefärbter Mineralöle 51

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XXI. Jahrgang. **1903.** Erstes Heft.

1. Bekanntmachung.

Erlaß des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 19. Februar 1902 $\frac{\text{III. 26721}}{\text{I. D. 18885}}$.

Die im Absatz VI der Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Zement vom 28. Juli 1887 gegebenen Vorschriften zur Anfertigung der Zement-Sand-Proben (Zugproben und Druckproben) werden durch folgende Bestimmungen ersetzt:

Herstellung des Normenmörtels (1:3) und der Probekörper für die Festigkeitsversuche.

a) Mischen des Mörtels.

Das Mischen des Mörtels aus 1 Gew.-Tl. Zement + 3 Gew.-Tl. Normalsand soll mit der Mörtelmischmaschine Bauart Steinbrück-Schmelzer[1]) wie folgt geschehen: 500 g Zement und 1500 g Normalsand werden zunächst trocken mit einem leichten Löffel[1]) in einer Schüssel eine halbe Minute lang gemischt. Dem trockenen Gemisch wird die vorher zu bestimmende Wassermenge zugesetzt. Die feuchte Masse wird abermals eine halbe Minute lang gemischt, dann in dem Mörtelmischer gleichmäßig verteilt und durch 20 Schalenumdrehungen bearbeitet.

b) Bestimmung des Wasserzusatzes.

Die Ermittelung des Wasserzusatzes zum Normenmörtel erfolgt unter Benutzung von Würfelformen in folgender Weise:

Trockene Mörtelgemische in oben angegebener Menge werden beim ersten Versuch mit 160 g (8 %) und wenn nötig beim zweiten Versuch mit 200 g (10 %) Wasser angemacht und im Mörtelmischer, wie vorgeschrieben, gemischt.

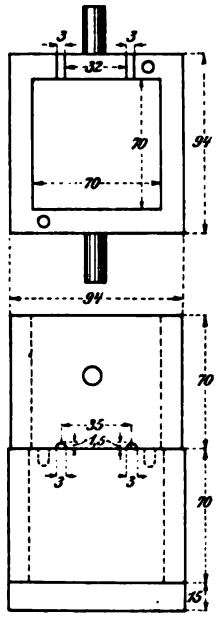
860 g des fertig gemischten Mörtels werden in die Druckform, deren Aufsatzkasten am unteren Rande mit zwei Nuten nach umstehender Skizze[1]) versehen ist, gefüllt und im Hammerapparat von Böhme (mit Festhaltung nach Martens[1])) mit 150 Schlägen eingeschlagen.

Nach dem Verhalten des Mörtels beim Einschlagen ist zu beurteilen, welcher Grenze der richtige Wasserzusatz am nächsten liegt; danach sind die Versuche mit verändertem Wasserzusatz fortzusetzen.

---

[1]) Die Apparate können durch das Chemische Laboratorium für Tonindustrie, Berlin NW 5, Kruppstr. 6 bezogen werden.

Der Wasserzusatz ist richtig gewählt, wenn zwischen dem 90. und 110. Schlage aus einer der beiden Nuten Zementbrei auszufließen beginnt.



Das Mittel aus drei Versuchskörpern mit gleichem Wasserzusatz ist maßgebend, und gilt sowohl für Anfertigung der Zug- als auch der Druckproben.

Der Austritt des Wassers erfolgt bei noch trockenen Aufsatzkästen langsamer, als bei schon einmal benutzten, deshalb ist der Versuch bei erstmaliger Benutzung des Aufsatzkastens unsicher.

Die Beurteilung des Wasseranspruchs nach dem Schlammaustritt bei Zugproben ist unzuverlässig.

c) Herstellung der Probekörper.

Die Anfertigung der Probekörper aus Normenmörtel für die Zug- und Druckversuche soll, wie folgt, geschehen:

180 g des vorschriftsmäßig gemischten Mörtels werden in die Normalzugformen und 860 g Mörtel in die Normal-Würfelformen gebracht und im Hammerapparat (Bauart Böhme) mit Festhaltung (Bauart Martens) unter Anwendung von 150 Schlägen eingeschlagen.

Die aus 500 g Zement und 1500 g Normalsand angemachte Mörtelmenge reicht zur Anfertigung von zwei Zugproben und zwei Druckproben aus.

Die Körper werden mit der Form auf nicht absaugender Unterlage in feucht gehaltene bedeckte Kästen gebracht, und die Zugproben nach etwa einer halben Stunde, die Druckproben nach etwa 20 Stunden entformt; 24 Stunden nach erfolgter Herstellung kommen die Körper aus den Kästen unter Wasser von 15—18 C°, aus dem sie erst unmittelbar vor der Prüfung entnommen werden dürfen.

---

2. Der deutsche Normalsand.

Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary.

Mit der Vereinbarung, welche aufgrund ausführlicher Versuche die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt zu Charlottenburg und der Verein deutscher Portland-Zement-Fabrikanten am 27. Februar 1901 getroffen hat, nachdem bereits mit Erlaß vom 13. August 1897, U I 22473 T, der Herr Unterrichtsminister der Versuchsanstalt die Kontrolle des Normalsandes übertragen und die Mittel hierfür bewilligt hatte, sind die Eigenschaften des preußischen „Normalsandes" nunmehr genau festgelegt und es ist Vorsorge getroffen worden, durch eine sorgfältige, von der Versuchsanstalt ausgeübte Kontrolle die Gleichmäßigkeit des Normalsandes zu sichern. Für die Beurteilung der gefaßten Beschlüsse und um späteren Einwänden gegen den Normalsand vorzubeugen, dürfte ein kurzer Rückblick auf den Gang der Verhandlungen und Versuche zur Vereinheitlichung und Sicherstellung des Normalsandes von Interesse sein.

Bekanntlich tauchten im Jahre 1895 [1]) zuerst Zweifel an der gleichbleibenden Beschaffenheit des preußischen Normalsandes auf und gaben Veranlassung, den zu damaliger Zeit aus

[1]) Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten 1896, S. 34.

dem Handel bezogenen Sand mit älteren Sanden zu vergleichen. An diese Versuche schloß die Versuchsanstalt weitere vergleichende Prüfungen von Sanden, welche aus der damals zur Gewinnung des Rohsandes benutzten Grube Schiffmühle bei Freienwalde und aus einer neu ins Auge gefaßten Grube Hammerthal bei Freienwalde entnommen wurden. Die Versuche, über welche ich in den „Mitteilungen" 1896, Seite 103, berichtet habe, ergaben gewisse Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Sanden und es zeigte sich, daß die Grube Hammerthal für die Gewinnung eines gleichmäßigen Normalsandes geeigneter war, als die Grube Schiffmühle und zwar, 1. weil die ausgedehnten Sandlager in Hammerthal eine große Ausbeute an Normalsand auf eine lange Reihe von Jahren hinaus in gleichmäßiger Beschaffenheit gewährleisteten, 2. weil die Gleichmäßigkeit der Sandablagerung in Hammerthal in bezug auf Korngröße und Färbung größer ist, 3. weil der Normalsand aus Hammerthal eine größere Menge Siebfeines (Sand zwischen 81 und 120 Maschen) enthält und somit dem bisher gebrauchten Sande näher kam.

Weitere Untersuchungen[1]) haben dann gezeigt, welchen Einfluß der Wechsel in der Zusammensetzung nach der Korngröße des Sandes, die größere oder geringere Beimengung erdiger oder organischer Körper und schließlich Fundort und mineralogische Zusammensetzung des Sandes auf die Festigkeitsergebnisse des mit dem Normalsand angemachten Mörtels ausüben können.

Gemeinsam mit der Versuchsanstalt arbeitete eine vom Verein deutscher Portland-Zement-Fabrikanten gewählte besondere Kommission, bestehend aus den Herren Dr. Schumann, Dr. Goslich und Dr. Tomëi (für den später Herr Paulsen eintrat), an der zukünftigen Sicherstellung eines einheitlichen und gleichbleibenden Normalsandes.

Über die Ergebnisse der ersten Versuche, welche von dieser Kommission angestellt worden sind, habe ich bereits in den „Mitteilungen" 1896, S. 105 u. f. und in dem Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten 1896, S. 34 u. f., berichtet. Für die weiter folgenden Arbeiten der Kommission und der Versuchsanstalt war der Gedanke leitend, daß unter allen Umständen, selbst wenn zu einer anderen Fundstelle des Sandes übergegangen werden müsse, die Korngröße des Normalsandes zunächst nicht geändert werden solle, damit die bisher ermittelten Festigkeitsergebnisse mit den später zu erzielenden Zahlen vergleichbar bleiben. Damit war der von dritter Seite gemachte Vorschlag, bei Neuregelung des Normalsandes feinere Körner in den ursprünglichen Normalsand einzuführen und so, dem Beispiele anderer Länder folgend, höhere Festigkeiten zu erzielen, einstweilen gefallen.

Eine am 13. Dezember 1895 vorgenommene Besichtigung der Sandgruben Schiffmühle und Hammerthal ergab, wie schon erwähnt, daß die Grube Schiffmühle nahezu ausgebeutet war, daß der Sand dort in Färbung und Korngröße erhebliche Verschiedenheiten aufwies und daß die Grube Hammerthal größere und gleichmäßigere Mengen reinen, weißen Tertiärsandes enthielt als die alte Grube. Diese Tatsache gab der Kommission Veranlassung, die Grube Hammerthal für die künftige Gewinnung des Rohsandes zur Normalsandfabrikation in Aussicht zu nehmen und mit der Pächterin dieser Grube, der Firma Freienwalder Chamottefabrik Henneberg & Co., in Unterhandlung zu treten. Ein Vorschlag, den Normalsand künftig aus einer Sandwäscherei der Pfalz zu beziehen, wurde abgelehnt, da dieser Sand nur 95,5% Kieselsäure enthielt, ein niedrigeres Gewicht als der Freienwalder Sand hatte und in seinen Festig-

[1]) Gary, „Einfluß der Korngrößen beim preußischen Normalsande", „Mitteilungen" 1896, S. 110, und „Einfluß des Normalsandes auf die Festigkeitsergebnisse", „Mitteilungen" 1898, S. 33.

keitsergebnissen so erhebliche Unterschiede gegen den Freienwalder Quarzsand (und zwar höhere Festigkeiten) lieferte, daß die mit dem pfälzer Sand ausgeführten Normenproben mit den alten Proben nicht hätten in Vergleich gestellt werden können.

Völlig neue Verhältnisse zu schaffen lag nicht in der Absicht, und außerdem drängte die Angelegenheit zur Erledigung. Wiederholt mußte auf die Notwendigkeit hingewiesen werden, einen völlig gleichmäßigen und einwandfreien Sand in tunlichst kurzer Zeit zu beschaffen, weil die Zuverlässigkeit der in der Versuchsanstalt ausgeführten Prüfungen vom Normalsand erheblich abhängt und an der Zuverlässigkeit dieser Prüfungen Zementfabrikanten wie Konsumenten ein gleich großes Interesse haben.

Fig. 1. Sandgrube von Henneberg & Co., Freienwalder Stadtforst.
Abbau vom 19. Juni 1896.

Nach mehrfachen Beratungen gelangte die Kommission zu dem Vorschlage, zwischen der Stettiner Portland-Zement-Fabrik als Vertreterin des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten, der Freienwalder Chamottefabrik Henneberg & Co. und dem Magistrat der Stadt Freienwalde Verträge abzuschließen, dahingehend, daß die Chamottefabrik einen Teil ihrer von der Stadt Freienwalde gepachteten Quarzgrube ausschließlich zum Zwecke der Gewinnung von Rohmaterial für Normalsand zur Verfügung stellte. Die Aufsicht über diese Quarzsandgrube und ihren Abbau sollte der Stettiner Portland-Zement-Fabrik und der Versuchsanstalt zustehen. Die Stadt Freienwalde sollte zu diesem Abkommen ihre Zustimmung geben. Das im weitern Verlauf der Verhandlungen von der Kommission für den beregten Zweck abgegrenzte Grundstück ist etwa 20 m breit und 40 m tief. Das Sandvorkommen in der Grube Hammerthal wird durch die am 19. Juni 1896 aufgenommenen Lichtbilder Fig. 1 und 2 veranschaulicht.

In der Zementfabrik Züllchow sollte zunächst eine Versuchsanlage zur Herstellung des Normalsandes errichtet werden. Die Art des Absiebens, des Waschens und des Mischens sollte die Kommission nach hierüber anzustellenden Versuchen festsetzen. Der Sand sollte in

Säcken verpackt werden, welche nach Prüfung durch die Versuchsanstalt mit Plomben verschlossen werden sollten. Die Kosten für die Vorversuche übernahm der Verein, der auch für Beschaffung der erforderlichen Apparate 5000 M. bewilligte. Am Schlusse der Versuche sollte die ganze Anlage von der Zementfabrik Züllchow zum Taxwert übernommen werden. Vorbehaltlich der Genehmigung der vorgesetzten Behörde — die später zugleich mit der Bewilligung von Mitteln erteilt wurde — erklärte sich die Versuchsanstalt zur Beaufsichtigung der Fabrikation und Überwachung der Verpackung bereit. Jährlich mindestens einmal sollte durch vergleichende Versuche festgestellt werden, ob der für den Handel bestimmte Sand sich über die noch festzulegenden Grenzwerte hinaus verändert hat. Falls eine Veränderung festgestellt würde, sollte das Fabrikationsverfahren entsprechend geändert werden.

Nach den bisherigen Erfahrungen glaubte die Versuchsanstalt von dem Normalsand folgende Eigenschaften fordern zu sollen:

1. der Sand ist ein möglichst reiner Quarzsand, d. h. er enthält mindestens 99 % Kieselsäure;

2. der Sand ist gewaschen, d. h. er enthält höchstens 0,06 % ausschlämmbare Substanz;

Fig. 2. Sandgrube von Henneberg & Co., Freienwalder Stadtforst. Für die Gewinnung von Normalsand bestimmt.

3. Die gröbsten Körner des Sandes gehen durch eine quadratische Öffnung von 0,87 mm Seitenlänge, die feinsten Körner des Sandes bleiben auf einer quadratischen Öffnung von 0,589 mm Seitenlänge liegen. Über die zulässigen Abweichungen sollten noch aufgrund besonderer Versuche Vereinbarungen getroffen werden. Um den Fabrikanten und Konsumenten die Möglichkeit zu geben, sich selber Normalsand herzustellen oder den angekauften Sand zu kontrolieren, sollten auch gleichmäßige Kontrollsiebe vereinbart werden. Über die dahingehenden Versuche und Maßnahmen wird weiter unten berichtet werden.

Die in der Stettiner Zement-Fabrik im großen vorgenommenen Versuche, eine Art des Siebens ausfindig zu machen, welche eine gleichmäßigere Beschaffenheit des Normalsandes als bisher gewährleistet, stießen schon auf erhebliche Schwierigkeiten[1]). Die Kommission gelangte bald zu der Überzeugung, daß gewisse Abweichungen in bezug auf Vorhandensein zu grober und zu feiner Körner im Normalsand zugelassen werden müßten, und daß hierüber besondere Versuche anzustellen seien.

Nachdem auf Antrag des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten vom 6. Juli 1897 mit dem bereits erwähnten Erlaß vom 13. August 1897 der Herr Minister genehmigt hatte, daß die mechanisch-technische Versuchsanstalt die Herstellung des Normalsandes unter Mitwirkung einer zu diesem Zweck vom Verein gewählten Kommission dauernd überwacht und die für sie daraus entstehenden Kosten übernimmt, nahm sich die Versuchsanstalt der Frage der Kontrollsiebe und der zulässigen Abweichungen des Normalsandes an. Inzwischen entstanden in bezug auf den Abschluß des Vertrages mit der Firma Henneberg & Co. in Freienwalde, der schon im September 1896 vereinbart worden war, gewisse Schwierigkeiten, welche veranlaßten, daß die Kommission von der Herstellung des Normalsandes in Züllchow vollständig Abstand nahm und den Verein veranlaßte, die Fabrikation des Normalsandes der Firma Henneberg & Co. selber zu übertragen, der es damit ermöglicht wurde, die verbleibenden Sandrückstände für ihre Chamotte-Fabrikation zu verwerten. Auf dieser Grundlage ist folgender Vertrag zustande gekommen:

1. Die Firma Freienwalder Chamottefabrik Henneberg & Co. in Freienwalde a. O. verpflichtet sich, aus ihrem vom Magistrat zu Freienwalde a. O. durch Vertrag vom 16. Dezember 1889 und 30. Oktober 1897 vorbehaltenen Terrainabschnitt Normalsand für den Verein deutscher Portland-Zementfabrikanten herzustellen.
2. Der Abbau des Normalrohsandes und die Herstellung des Normalsandes geschieht nach Anweisung und unter Kontrolle der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg und aufgrund besonders zu vereinbarender Preise.

   Stellt sich bei Abnahme von fertigem Normalsand heraus, daß sich das Mischungsverhältnis des Siebgroben zum Siebfeinen im Normalsand infolge wechselnder Beschaffenheit des Rohsandes über die Grenzwerte geändert hat, so hat Henneberg & Co. Anspruch auf Entschädigung für die notwendige Nachbearbeitung.
3. Will die Freienwalder Chamottefabrik Henneberg & Co. in Freienwalde a. O. von dem vorliegenden Vertrag zurücktreten, oder entstehen durch Verschulden derselben erhebliche Verzögerungen in der Sandlieferung, so ist die Stettiner Portland-Zementfabrik in Stettin oder die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt berechtigt, unter den im Vertrag zwischen Henneberg & Co. und dem Magistrat zu Freien-

[1]) Vergl. die Berichte des Herrn Dr. Goslich, Protokoll des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten 1897 S. 44 und 1898 S. 90.

walde vom 16. Dezember 1889 und 30. Oktober 1897 festgesetzten Bedingungen in die der Firma Henneberg & Co. in dem Vertrag vom 16. Dezember 1889 und 30. Oktober 1897 eingeräumten Rechte einzutreten.

4. Wird von Seiten der Stettiner Portland-Zementfabrik bezw. dem Verein deutscher Portland-Zementfabrikanten und der Versuchsanstalt weniger als 1000 Sack à 50 kg jährlich Normalsand abgenommen, so ist die Firma Henneberg & Co. berechtigt, von diesem Vertrage zurückzutreten. In diesem Falle hat die Stettiner Portland-Zementfabrik keinen Anspruch darauf, in den Vertrag zwischen Henneberg & Co. und dem Magistrat in Freienwalde a. O. vom 16. Dezember 1889 und 30. Oktober 1897 einzutreten.

Dieser Vertrag ist rechtsgültig vollzogen und durch einen zweiten Vertrag zwischen der Stadt Freienwalde und der Firma Henneberg & Co. ergänzt worden, in welchem der Bezug des Rohsandes aus der in Rede stehenden Grube auf 30 Jahre gesichert wird.

Mit der Firma Henneberg & Co. wurde nunmehr in weitere Verhandlung darüber eingetreten, in welcher Weise die Fabrikation des Sandes nach dem Stande der bis jetzt vorliegenden Erfahrungen am besten vorzunehmen sei. Bezüglich der auszuübenden Kontrolle wurde vereinbart:

a) Der Abbau des abgesteckten Flötzes wird zwischen der Versuchsanstalt und der Firma Henneberg & Co. vereinbart.

b) Die Versuchsanstalt kontrolliert die normenmäßige Beschaffenheit des Normalsandes durch Entnahme von Stichproben. Die für die Abnahme maßgebenden und nicht zu überschreitenden Grenzwerte setzt die Kommission fest. (Hierher gehört namentlich die zulässige Menge des zu feinen und des zu groben Kornes und das Verhältnis des Feinen zum Groben, bestimmt durch das 81-Maschensieb.)

c) Nur der von der Versuchsanstalt für normenmäßig befundene Sand darf in von ihr plombierten Säcken in den Handel gebracht werden. Der Vertrieb des mit der Plombe der Versuchsanstalt versehenen Normalsandes geschieht durch die Tonindustriezeitung in Berlin zu einem von dem Verein festgesetzten Preise.

Die weiteren Bestrebungen der Kommission waren auf die Festlegung der mehrfach erwähnten Grenzwerte gerichtet. In einer Sitzung der Kommission vom 11. Januar 1898 wurde über die Eigenschaften, welche der Normalsand in Zukunft bei der Kontrolle aufweisen soll, erstmalig beraten. Dabei wurde beschlossen:

1. Korngröße.

Die Korngröße des Normalsandes wird in der Versuchsanstalt kontrolliert durch gelochte Messingbleche mit quadratischen Löchern, und zwar sollen die Körner durch Löcher von 0,870 mm Seitenlänge durchfallen und auf Löchern von 0,589 mm Seitenlänge liegen bleiben[1]). Vorbehaltlich des Ausfalls der noch anzustellenden Versuche soll vorgeschlagen werden, daß der Normalsand bis zu 5% gröberes Korn (zwischen 20 und 60 Maschen), 15% feineres Korn (zwischen 120 und 240 Maschen) enthalten darf.

Die Komission sollte zuvor Versuche ausführen

a) mit Normalsand, welchem 0, 10, 15, 20% Feines (zwischen 120 und 240 Maschen liegende Körner),

[1]) Diese Lochweiten sind rechnerisch nach den Normenvorschriften festgestellt worden.

b) mit Normalsand, dem 5 und 10% Grobes (zwischen 20 und 60 Maschen liegende Körner) und

c) mit Normalsand, dem 10% des auf dem 60-Maschensiebe liegen bleibenden Überschlages aus dem Rohsande wieder zugemischt sind.

Der Normalsand und die Sande der vorgenannten Körnungen sollten den Kommissionsmitgliedern durch Dr. Goslich zugeschickt, die Zemente aber beliebig ausgewählt werden. Die Versuche sollten mit je 20 Proben von 28 Tagen Alter auf Zug- und Druckfestigkeit ausgeführt werden. Über das wünschenswerte Verhältnis der durch das 81-Maschensieb geschiedenen groben Körner zu den feinen Körnern wurde die Entscheidung noch verschoben.

2. Körnerbeschaffenheit.

Die Beschaffenheit der Körner ist durch das Lager, aus dem der Normalsand gewonnen wird, festgelegt. Weitere Bestimmungen zu treffen wurde für unzweckmäßig erachtet. Die Kommission war der Ansicht, es solle in den späteren Normen ausgesprochen werden: „Normalsand wird gewonnen durch Absieben und Waschen des tertiären Quarzsandes der Freienwalder Grube Hammerthal".

3. Reinheit des Sandes.

Der Sand soll nicht mehr als 0,1 % abschlämmbare Bestandteile und soll außer Kieselsäure nicht mehr als 2% Eisenoxyd, Tonerde, Kalk und andere Stoffe enthalten.

Über die an die aufgezählten Beschlüsse angeknüpften Untersuchungen ist folgendes zu berichten.

A. Korngröße.

a) Die Sandsiebe.

Auf die Unzuverlässigkeit und Ungenauigkeit der Gewebesiebe habe ich gelegentlich meiner Veröffentlichungen über Sand- und Zementsiebe[1]) bereits hingewiesen. Die schlechten Erfahrungen, die bezüglich Gleichmäßigkeit und Beständigkeit der gewebten Messingsiebe gemacht wurden, führten damals zu dem Versuche, geschlitzte Siebplatten aus Bronze anzuwenden, deren Schlitzweite den Normen entsprach (0,870 mm bezw. 0,589 mm). Es zeigte sich indessen, daß die geschlitzten Platten mit der Schlitzweite gleich der vorgeschriebenen Maschenweite nahezu dieselben Fehler im Normalsand lieferten, wie die Siebgewebe mit zu großer Maschenweite. Für die Nachprüfung des Normalsandes hatte sich also das geschlitzte Siebblech nicht für tauglich erwiesen und die Versuchsanstalt neigte nun der Ansicht zu, daß es zweckmäßig sei, nicht mehr die Weite der Maschen und die Drahtstärke, sowie die Zahl der Maschen auf ein qcm der Sandsiebe vorzuschreiben, sondern diejenigen quadratischen Öffnungen festzulegen, welche der Normalsand passieren und auf welchen er liegen bleiben soll, d. h. mit anderen Worten die Grenzen in den Korngrößen des Sandes zu bestimmen und es nun den Sandfabrikanten zu überlassen, ihre Fabrikationsweise diesen Korngrößen anzupassen. Für die Kontrolle sollten dann gelochte Bleche eigener Konstruktion verwendet werden, und zwar wurde zunächst der Versuch unternommen, gelochte Bleche mit quadratischen Löchern in der vorgeschriebenen Maschenweite zu benutzen. Der Versuchsanstalt gelang es bald, als Ersatz für das 60-Maschensieb Bleche mit quadratischen Löchern von 0,870 mm Seitenlänge und als Ersatz für das 120-Maschensieb Bleche mit quadratischen Öffnungen von 0,589 mm Seitenlänge

[1]) Mitteilungen 1896, S. 294.

herzustellen. Die größere Schwierigkeit verursachte naturgemäß die gleichmäßige Herstellung der feineren Löcher, indessen ergaben die Versuche befriedigende Gleichmäßigkeit der Öffnungen, wie die in Fig. 3 wiedergegebene photographische Abbildung in 10facher Vergrößerung und die Maßtabelle 1 zeigen.

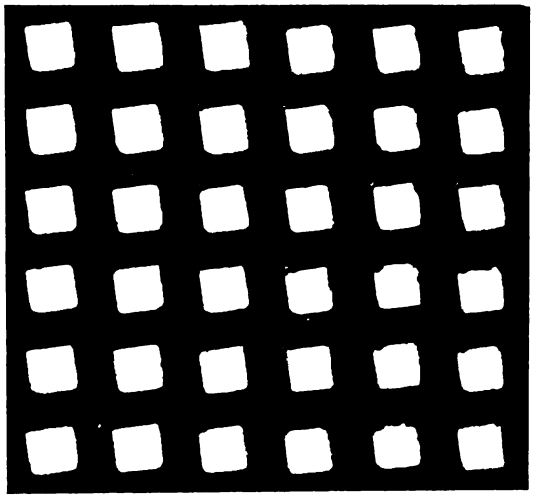


Fig 3. Gelochtes Blechsieb, als Ersatz für das 120-Maschengewebesieb in Aussicht genommen.

Tabelle 1. **Ausmessung eines Blechsiebes mit quadratischen Löchern von 0,589 mm Sollweite.**

(Normalsieb von 120 Maschen.)

Ausmessung auf der Teilmaschine mit der Mikrometerschraube des Mikroskopes.

1 Umdrehung der Schraube = 0,124 mm.

Umdrehungen der Schraube			
in der Länge gemessen		quer gemessen	
4,65	4,78	4,77	4,76
4,72	4,81	4,81	4,73
4,73	4,81	4,70	4,73
4,74	4,73	4,74	4,71
4,75	4,76	4,75	4,68
4,75	4,80	4,73	4,72
4,70	4,72	4,69	4,68
4,77	4,80	4,75	4,77
4,75	4,79	4,78	4,77
4,70	4,75	4,75	4,69
4,73	4,77	4,75	4,72
4,75 U = 0,589 mm		4,74 U. = 0,588 mm	

Indessen zeigte sich bald, daß mit diesen Sieben ein anderer als der bisher übliche Normalsand erhalten werden würde. Vielfache Versuche bestätigten dies, von denen nur ein Beispiel angeführt sei. Mit den neuen Blechsieben von 0,589 mm weiten quadratischen Löchern wurde das aus dem am 16. November 1896 gelieferten Normalsand

abgesiebte Feinste, welches das Drahtsieb von 120 Maschen bereits passiert hatte, nochmals abgesiebt, und zwar

a) in der Stanzrichtung,

b) mit umgewendeter Siebplatte (Grat nach oben), um gleichzeitig zu ermitteln, ob vielleicht das Stehenbleiben des Grates an den Löchern auf das Siebergebnis Einfluß haben würde. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. **Siebversuche mit einem Blechsieb mit quadratischen Löchern von 0,589 mm.**
(Normalsieb von 120 Maschen.)

a) Siebung in der Stanzrichtung;

b) Siebung mit umgedrehter Siebplatte (Grat nach oben).

Zu den Versuchen wurde das Feinste des am 16. November 1896 aus dem Handel bezogenen Normalsandes, welches das Drahtsieb von 120 Maschen auf 1 qcm passierte, benutzt.

Beobachter	Angewendete Sandmenge	Siebung in der Stanzrichtung			Siebung entgegen der Stanzrichtung (Grat nach oben)		
		Auf dem Siebe blieben liegen		Das Sieb passierten	Auf dem Siebe blieben liegen		Das Sieb passierten
	g	g	%	%	g	%	%
H.	50	32,78	65,56	34,44	34,90	69,80	30,20
H.	50	33,05	66,10	33,90	32,85	65,70	34,30
K.	50	33,00	66,00	34,00	—	—	—

Sie zeigen, daß nur etwa der dritte Teil des durch das gewebte Sieb hindurchfallenden Feinsten auch das gelochte Blech von scheinbar gleicher Maschenweite passierte. Damit war die Unmöglichkeit erwiesen, den bisher üblichen auf gewebten Sieben hergestellten Normalsand auf dem quadratisch gelochten Bleche zu kontrollieren, denn die gelochten Bleche hielten bedeutend mehr Körner zurück, als die Drahtsiebe. Da aber allseits besonderer Wert darauf gelegt wurde, den Normalsand beizubehalten und lieber, wenn notwendig, die Siebe zu verändern, wurden weitere Versuche gemacht, die gelochten Siebe dem üblichen Normalsande anzupassen. Dabei schien es zweckmäßig, dem Vorgang der Franzosen folgend, die quadratisch gelochten Bleche zu verlassen und zu Blechsieben mit kreisrunden Löchern überzugehen. In Frankreich sind für die Herstellung des Normalsandes gelochte Kupferbleche mit Löchern von 0,5 bis 2 mm Durchmesser üblich. Diese Siebe wurden beschafft. Sie waren indessen für den preußischen Normalsand nicht verwendbar. Ebenso mißlang der Versuch, aus dem Handel gelochte Bleche mit der erforderlichen Weite zu beziehen und die Versuchsanstalt mußte sich von neuem dazu entschließen, auf dem Wege des Versuches Bleche mit kreisrunden Löchern herzustellen, die als Siebe verwendet, nahezu dieselben Ergebnisse lieferten, wie die Drahtsiebe. Der Versuch gelang sehr bald und es zeigte sich, das 0,25 mm dicke Blechsiebe mit kreisrunden Löchern von 1,350 und 0,775 mm Durchmesser mit ausreichender Genauigkeit dieselben Siebergebnisse lieferten, wie die Drahtsiebe. Doch hielt auch bei diesen Sieben das feinere Sieb mehr von den feinsten Körnern zurück, als das gewebte 120-Maschensieb, wie aus Tabelle 3 deutlich ersichtlich ist, welche vergleichende Versuche mit Normalsand aus 13 verschiedenen Lieferungen und zwei aus der neuen Fabrik eingereichte Vorproben enthält. Da die Unterschiede bei allen Sanden gesetzmäßig nahezu dieselben waren, lag kein Hindernis vor, die neuen Lochbleche an Stelle der alten Gewebe zu verwenden, und damit die Fehler des Gewebes zu vermeiden. Später fortgesetzte vergleichende Versuche (Tabelle 4) haben die Ergebnisse der Tabelle 3 vollauf bestätigt. Berücksichtigt man, daß in den gewebten Sieben, wie

Tabelle 3. Vergleich der gewebten Sandsiebe mit neuen Blechsieben kreisrunder Lochung unter Benutzung der von der Versuchsanstalt zu amtlichen Prüfungen angekauften Normalsande.

Normalsand Lieferung vom		Gewebe-Sieb 60 Masch.	Blechsieb 1,350 mm Lochung	Gewebe-Sieb 120 Masch.	Zu Feines %	Blechsieb 0,775 mm Lochung	Zu Feines %	Blechsieb weniger Feines als Gewebesieb
		Rückstände in Prozenten						
16. Nov. 1896		0,5	0,1	77,4	22,6	89,0	11,0	11,6
4. Juni 1897		0,7	0,1	78,5	21,5	91,0	9,0	12,5
2. Juli 1897		0,0	0,0	79,0	21,0	95,0	5,0	16,0
3. Juli 1897		0,0	0,0	82,0	18,0	95,1	4,9	13,1
23. Juli 1897		0,0	0,0	81,0	19,0	95,0	5,0	14,0
4. Sept 1897		0,0	0,0	82,0	18,0	95,1	4,9	13,1
16. Juli 1898	Vorproben	0,0	0,0	76,0	24,0	87,0	13,0	11,0
5. Aug. 1898	Vorproben	0,0	0,0	91,8	8,2	95,9	4,1	4,1
1. Juli 1898		0,0	0,0	90,5	9,5	92,0	8,0	1,5
18. Okt. 1898		—	0,0	—	—	94,5	5,5	—
11. Nov. 1898		0,1	einige Körner	89,0	11,0	93,0	7,0	4,0
		0,1	einige Körner	89,0	11,0	93,5	6,5	4,5
		0,2	einige Körner	93,0	7,0	97,0	3,0	4,0
25. Juli 1899		1,0	0,1	98,25	1,75	99,0	1,0	0,75
30. Nov. 1899		0,0	0,0	99,0	1,0	99,0	1,0	0,0
8. Mai 1900		0,5	0,5	99,8	0,2	100,0	—	0,2
28. Juni 1901		0,5	0,5	99,4	0,6	99,9	0,1	0,5

früher nachgewiesen[1]), vielfach Abweichungen von der vorgeschriebenen Maschenweite vorkommen, daß also in jeder gewebten Siebfläche von gewisser Größe sich eine Anzahl zu weiter Maschen vorfindet, zieht man ferner in Betracht, daß manche etwas eckigen Körner durch die quadratischen oder rechteckigen Maschen hindurchfallen können, die auf den runden Löchern liegen bleiben, so bietet das neue gelochte Blechsieb mit 0,775 mm Lochdurchmesser trotz der kleinen Verschiedenheit im Siebergebnis einen passenden Ersatz für das alte gewebte 120-Maschensieb. Für die Kontrolle kommt in erster Linie die völlige gleichbleibende Beschaffenheit der Kontrollsiebe in Betracht. Diese ist unzweifelhaft leichter zu erreichen mit gelochten Blechen, als mit gewebten Sieben.

Daß die in der Versuchsanstalt hergestellten rund gelochten Siebbleche in der Tat sehr viel gleichmäßiger ausgefallen sind, als die besten Gewebe jemals sein können, beweisen die Lichtbilder Fig. 4 u. 5, welche die Siebbleche in 10facher linearer Vergrößerung darstellen und zwar

a) von oben (in der Stanzrichtung) gesehen,
b) von unten gesehen.

Aus den letzteren Bildern ist auch ersichtlich, daß der beim Stanzen stehen bleibende Grat sehr gering ist.

Bekanntlich hat sich auch die „ständige Kommission zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden für Bau- und Konstruktionsmaterialien in Berlin" (19. u. 20. Sept. 1890) mit der Frage der Einführung rund gelochter Bleche an Stelle der Drahtsiebe befaßt.

[1]) Vergl. auch: Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Zementfabrikanten 1897, S. 53.

Tabelle 4. Vergleich der gewebten Sandsiebe mit den neuen Kontrollsieben der Versuchsanstalt unter Benutzung der zur Kontrolle von der Firma Henneberg & Co. eingesandten Probemengen.

(Normalsandkontrolle.)

Normalsand der Produktion vom	Litergewicht eingelaufen R_f	Litergewicht eingerüttelt R_r	Spez. Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $= d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $= u = 1 - \frac{R_r}{s}$	Untaugliche Körner, ermittelt mit Hülfe der Drahtsiebe: 60 Maschen zu grob	Drahtsiebe: 120 Maschen zu fein	Blechsiebe: 1,350 mm zu grob	Blechsiebe: 0,775 mm zu fein
2./3. 00	1,399	1,678	2,637	0,636	0,364	0,0	1,0	0,0	1,0
3./3. 00	1,406	1,682	2,643	0,636	0,364	0,0	0,4	0,0	0,3
5./3. 00	1,405	1,687	2,648	0,637	0,363	0,2	0,5	0,1	0,3
6./3. 00	1,405	1,685	2,654	0,635	0,365	0,1	0,1	0,0	0,7
7./3. 00	1,401	1,683	2,657	0,633	0,367	0,1	0,1	0,0	0,3
8./3. 00	1,404	1,683	2,648	0,636	0,364	0,3	0,2	0,1	0,6
9./3. 00	1,411	1,684	2,671	0,630	0,370	0,7	0,1	0,1	0,1
10./3. 00	1,413	1,683	2,660	0,633	0,367	0,6	0,0	0,1	0,0
12./3. 00	1,405	1,686	2,657	0,635	0,365	0,3	0,0	0,1	0,1
13./3. 00	1,401	1,682	2,651	0,634	0,366	0,6	0,0	0,5	0,0
14./3. 00	1,411	1,687	2,665	0,633	0,367	0,5	0,1	0,3	0,2
15./3. 00	1,406	1,689	2,634	0,641	0,359	0,3	0,0	0,2	0,2
16./3. 00	1,406	1,680	2,660	0,632	0,361	0,8	0,1	0,4	0,1
17./3. 00	1,402	1,683	2,651	0,635	0,365	0,8	0,1	0,3	0,3
19./3. 00	1,401	1,687	2,660	0,634	0,366	0,6	0,0	0,4	0,4
20./3. 00	1,403	1,682	2,674	0,629	0,371	1,0	0,0	0,5	0,4
21./3. 00	1,399	1,678	2,640	0,636	0,364	0,7	0,0	0,2	0,4
22./3. 00	1,403	1,685	2,648	0,636	0,364	1,0	0,1	0,5	0,2
23./3. 00	1,402	1,689	2,643	0,639	0,361	0,8	0,1	0,5	0,8
24./3. 00	1,399	1,682	2,645	0,636	0,364	1,5	0,1	0,3	0,6
26./3. 00	1,401	1,685	2,648	0,636	0,364	2,5	0,1	1,0	0,2
27./3. 00	1,405	1,684	2,645	0,637	0,363	2,4	0,1	0,6	0,2
28./3. 00	1,400	1,687	2,651	0,636	0,364	1,7	0,1	0,5	1,2
29./3. 00	1,402	1,687	2,651	0,636	0,364	1,6	0,0	0,7	0,2
30./3. 00	1,401	1,681	2,639	0,637	0,363	1,0	0,1	0,7	0,3
31./3. 00	1,391	1,675	2,632	0,636	0,364	2,0	0,1	0,8	0,2
2./4. 00	1,405	1,688	2,654	0,636	0,364	2,2	0,0	1,0	0,2
3./4. 00	1,406	1,688	2,650	0,637	0,363	2,6	0,0	1,0	0,2
4./4. 00	1,405	1,685	2,660	0,633	0,367	3,0	0,0	1,0	0,2
5./4. 00	—	—	2,657	—	—	2,0	0,0	1,0	0,2
6./4. 00	—	—	2,640	—	—	1,7	0,0	0,7	0,2
7./4. 00	1,405	1,682	2,657	0,633	0,367	1,8	0,0	1,0	0,1
9./4. 00	1,403	1,681	2,671	0,629	0,371	1,5	0,2	0,9	0,6
10./4. 00	1,403	1,690	2,668	0,633	0,367	1,8	0,1	1,0	0,4
11./4. 00	1,403	1,688	2,660	0,635	0,365	2,2	0,1	1,3	0,3
12./4. 00	1,405	1,687	2,665	0,633	0,367	2,6	0,1	1,6	0,4
14./4. 00	1,402	1,686	2,665	0,633	0,367	2,5	0,1	1,2	0,4
17./4. 00	1,403	1,684	2,662	0,633	0,367	2,8	0,0	1,7	0,4
18./4. 00	1,403	1,682	2,660	0,632	0,368	2,2	0,1	1,3	0,6
19./4. 00	1,403	1,684	2,645	0,637	0,363	2,7	0,1	1,4	0,5
20./4. 00	1,404	1,687	2,654	0,636	0,364	2,9	0,1	1,7	0,3
24./4. 00	1,405	1,684	2,660	0,633	0,367	1,5	0,0	1,6	0,4
25./4. 00	1,400	1,682	2,660	0,632	0,368	0,0	0,0	0,0	0,2
28./4. 00	1,398	1,680	2,660	0,632	0,368	0,0	0,0	0,0	0,5
2./5. 00	1,398	1,678	2,660	0,631	0,369	0,0	0,0	0,0	0,3
9./5. 00	1,404	1,680	2,657	0,632	0,368	0,0	0,0	0,0	0,4
10./5. 00	1,387	1,677	2,640	0,635	0,365	0,0	0,0	0,0	0,3
12./5. 00	1,401	1,682	2,632	0,639	0,361	0,0	0,1	0,0	0,5
21./5. 00	1,404	1,684	2,654	0,635	0,365	0,0	0,0	0,0	0,2
22./5. 00	1,400	1,681	2,662	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,4
23./5. 00	1,401	1,682	2,660	0,632	0,368	0,0	0,1	0,0	0,6
28./5. 00	1,401	1,684	2,657	0,634	0,366	0,1	0,1	0,1	0,1

Normalsand der Produktion vom	Litergewicht eingelaufen R_f	Litergewicht eingerüttelt R_r	Spez. Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $= d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $= u = 1 - \frac{R_r}{s}$	Untaugliche Körner, ermittelt mit Hülfe der Drahtsiebe 60 Maschen zu grob	Drahtsiebe 120 Maschen zu fein	Blechsiebe 1,350 mm zu grob	Blechsiebe 0,775 mm zu fein
29./5. 00	1,396	1,683	2,663	0,632	0,368	0,0	0,0	0,1	0,2
31./5. 00	1,401	1,681	2,660	0,632	0,368	0,0	0,1	0,0	0,4
1./6. 00	1,403	1,682	2,677	0,628	0,372	0,0	0,0	0,0	0,3
6./6. 00	1,397	1,678	2,641	0,635	0,365	0,0	0,1	0,0	0,5
7./6. 00	1,396	1,673	2,655	0,630	0,370	0,0	0,1	0,1	0,4
8./6. 00	1,401	1,683	2,636	0,638	0,362	0,0	0,1	0,0	0,8
9./6. 00	1,397	1,676	2,655	0,631	0,369	0,0	0,0	0,1	0,1
11./6. 00	1,398	1,683	2,641	0,637	0,363	0,0	0,1	0,0	0,4
12./6. 00	1,397	1,675	2,636	0,635	0,365	0,0	0,0	0,1	0,2
13./6. 00	1,392	1,677	2,632	0,637	0,363	0,0	0,1	0,0	0,4
14./6. 00	1,398	1,680	2,632	0,638	0,362	0,0	0,1	0,0	0,5
15./6. 00	1,397	1,682	2,655	0,634	0,366	0,0	0,2	0,0	1,0
16./6. 00	1,395	1,677	2,655	0,632	0,368	0,1	0,1	0,1	0,2
18./6. 00	1,401	1,681	2,632	0,639	0,361	0,0	0,1	0,0	0,5
19./6. 00	1,401	1,681	2,632	0,639	0,361	0,0	0,1	0,0	0,5
20./6. 00	1,396	1,677	2,637	0,636	0,364	0,0	0,1	0,0	0,3
21./6. 00	1,391	1,677	2,654	0,632	0,368	0,1	0,0	0,1	0,1
22./6. 00	1,398	1,679	2,637	0,637	0,363	0,1	0,1	0,0	0,4
23./6. 00	1,398	1,682	2,654	0,634	0,366	0,0	0,0	0,1	0,2
25./6. 00	1,397	1,679	2,654	0,633	0,367	0,1	0,1	0,1	0,2
26./6. 00	1,397	1,682	2,660	0,632	0,368	0,0	0,1	0,0	0,4
27./6. 00	1,400	1,687	2,651	0,636	0,364	0,1	0,1	0,1	0,2
28./6. 00	1,400	1,684	2,665	0,632	0,368	0,1	0,0	0,1	0,2
29./6. 00	1,404	1,685	2,657	0,634	0,366	0,0	0,1	0,0	0,4
30./6. 00	1,401	1,685	2,660	0,633	0,367	0,0	0,1	0,0	0,6
2./7. 00	1,404	1,682	2,668	0,630	0,370	0,0	0,1	0,0	0,5
3./7. 00	1,409	1,689	2,660	0,635	0,365	0,0	0,1	0,0	0,2
4./7. 00	1,396	1,676	2,654	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,5
5./7. 00	1,396	1,686	2,660	0,634	0,366	0,0	0,0	0,0	0,2
6./7. 00	1,397	1,682	2,674	0,629	0,371	0,1	0,0	0,1	0,2
7./7. 00	1,397	1,679	2,677	0,627	0,373	0,0	0,0	0,0	0,2
9./7. 00	1,396	1,681	2,680	0,627	0,373	0,0	0,1	0,0	0,3
10./7. 00	1,398	1,674	2,662	0,629	0,371	0,0	0,1	0,0	0,4
11./7. 00	1,395	1,676	2,660	0,630	0,370	0,0	0,1	0,0	0,3
12./7. 00	1,399	1,681	2,674	0,629	0,371	0,0	0,1	0,0	0,5
14./7. 00	1,395	1,672	2,660	0,629	0,371	0,0	0,1	0,0	0,2
13./7. 00	1,395	1,675	2,665	0,629	0,371	0,1	0,0	0,1	0,2
16./7. 00	1,397	1,678	2,660	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,3
17./7. 00	1,396	1,677	2,662	0,630	0,370	0,0	0,1	0,0	0,3
18./7. 00	1,398	1,677	2,654	0,632	0,368	0,0	0,0	0,0	0,2
19./7. 00	1,399	1,681	2,668	0,630	0,370	0,0	0,1	0,1	0,4
20./7. 00	1,401	1,685	2,648	0,636	0,364	0,1	0,1	0,1	0,4
21./7. 00	1,402	1,683	2,645	0,636	0,364	0,0	0,0	0,0	0,1
23./7. 00	1,398	1,680	2,657	0,632	0,368	0,0	0,1	0,1	0,2
24./7. 00	1,401	1,677	2,657	0,631	0,369	0,1	0,1	0,1	0,5
25./7. 00	1,398	1,682	2,665	0,631	0,369	0,0	0,1	0,1	0,2
26./7. 00	1,398	1,685	2,665	0,632	0,368	0,0	0,1	0,0	0,5
28./7. 00	1,399	1,679	2,651	0,633	0,367	0,0	0,2	0,0	0,7
30./7. 00	1,399	1,680	2,651	0,634	0,366	0,0	0,2	0,0	0,7
31./7. 00	1,391	1,673	2,657	0,630	0,370	0,3	0,0	0,5	0,1
1./8. 00	1,393	1,678	2,648	0,634	0,366	0,1	0,0	0,1	0,2
2./8. 00	1,400	1,675	2,674	0,626	0,374	0,0	0,1	0,0	0,3
3./8. 00	1,397	1,682	2,657	0,633	0,367	0,1	0,1	0,1	0,6
4./8. 00	1,399	1,681	2,632	0,639	0,361	0,0	0,1	0,0	0,7
6./8. 00	1,405	1,690	2,655	0,637	0,363	0,0	12,0	0,0	18,0
7./8. 00	1,397	1,681	2,636	0,638	0,362	0,0	0,1	0,0	0,6

Normalsand der Produktion vom	Litergewicht eingelaufen R_f	Litergewicht eingerüttelt R_r	Spez. Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $= d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $= u = 1 - \frac{R_r}{s}$	Untaugliche Körner, ermittelt mit Hülfe der Drahtsiebe 60 Maschen zu grob	Drahtsiebe 120 Maschen zu fein	Blechsiebe 1,350 mm zu grob	Blechsiebe 0,775 mm zu fein
8./8. 00	1,398	1,681	2,655	0,633	0,367	0,0	0,1	0,0	0,4
9./8. 00	1,399	1,684	2,655	0,634	0,366	0,0	0,1	0,0	0,5
10./8. 00	1,399	1,682	2,641	0,637	0,363	0,0	0,1	0,0	0,4
11./8. 00	1,400	1,687	2,674	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,3
13./8. 00	1,395	1,678	2,657	0,632	0,368	0,0	0,2	0,0	0,7
14./8. 00	1,395	1,675	2,671	0,627	0,373	0,0	0,1	0,0	0,7
15./8. 00	1,401	1,684	2,668	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,5
16./8. 00	1,395	1,684	2,671	0,630	0,370	0,0	0,2	0,0	0,8
17./8. 00	1,398	1,680	2,660	0,632	0,368	0,0	0,0	0,0	0,2
20./8. 00	1,400	1,683	2,657	0,633	0,367	0,0	0,2	0,0	0,7
21./8. 00	1,397	1,679	2,651	0,633	0,367	0,0	0,2	0,0	0,8
22./8. 00	1,397	1,676	2,660	0,630	0,370	0,0	0,1	0,0	0,3
23./8. 00	1,397	1,676	2,671	0,627	0,373	0,0	0,1	0,0	0,5
24./8. 00	1,397	1,678	2,660	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,2
25./8. 00	1,399	1,678	2,660	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,7
27./8. 00	1,393	1,680	2,660	0,632	0,368	0,0	0,4	0,0	1,0
28./8. 00	1,403	1,685	2,654	0,635	0,365	0,0	0,1	0,0	0,3
29./8. 00	1,395	1,679	2,660	0,631	0,369	0,0	0,1	0,0	0,6
30./8. 00	1,398	1,680	2,660	0,632	0,368	0,1	0,1	0,2	0,4
31./8. 00	1,397	1,681	2,674	0,629	0,371	0,0	0,5	0,0	1,6
1./9. 00	1,393	1,679	2,665	0,630	0,370	0,1	0,2	0,0	0,4
3./9. 00	1,395	1,682	2,660	0,632	0,368	0,0	0,2	0,0	0,7
4./9. 00	1,398	1,682	2,660	0,632	0,368	0,0	0,2	0,0	0,7
5./9. 00	1,400	1,680	2,637	0,637	0,363	0,0	0,2	0,0	0,8
7./9. 00	1,412	1,692	2,640	0,641	0,359	0,0	0,3	0,0	1,9
8./9. 00	1,396	1,678	2,651	0,633	0,367	0,1	0,1	0,1	0,3
10./9. 00	1,405	1,688	2,651	0,637	0,363	0,0	0,1	0,0	0,5
11./9. 00	1,403	1,680	2,643	0,636	0,364	0,1	0,2	0,0	1,0
12./9. 00	1,415	1,688	2,654	0,636	0,364	0,0	0,1	0,0	0,4
13./9. 00	1,416	1,685	2,646	0,637	0,363	0,1	0,1	0,1	0,3
14./9 00	1,403	1,681	2,657	0,633	0,367	0,1	0,2	0,0	1,1
15./9. 00	1,402	1,685	2,651	0,636	0,364	0,1	0,2	0,1	0,8
17./9. 00	1,402	1,688	2,651	0,637	0,363	0,1	0,2	0,1	1,0
18./9. 00	1,402	1,688	2,662	0,634	0,366	0,0	0,1	0,1	0,8
19./9. 00	1,402	1,684	2,677	0,629	0,371	0,1	0,0	0,1	0,5
20./9. 00	1,402	1,684	2,668	0,631	0,369	0,1	0,1	0,1	0,4
21./9. 00	1,406	1,686	2,660	0,634	0,366	0,2	0,1	0,2	0,2
22./9. 00	1,406	1,685	2,660	0,633	0,367	0,1	0,1	0,1	0,3
Durchschnittsprobe aus 100 Ltr.	1,395	1,682	2,637	0,638	0,362	0,0	0,8	0,0	0,5
24.—28./9. 00	1,415	1,689	2,660	0,635	0,365	0,1	0,1	0,1	0,3
29./9.—5./10. 00	1,407	1,690	2,646	0,639	0,361	0,1	0,1	0,2	0,5
6.—12./10. 00	1,408	1,685	2,637	0,639	0,361	0,2	0,1	0,4	0,4
13.—19./10. 00	1,409	1,686	2,651	0,636	0,364	0,2	0,1	0,3	0,6
20.—26./10. 00	1,415	1,687	2,637	0,640	0,360	0,4	0,1	0,5	0,6
27./10—3./11. 00	1,412	1,686	2,660	0,634	0,366	0,1	0,1	0,2	0,5
14.—16./11. 00	1,409	1,687	2,660	0,634	0,366	0,6	0,1	1,2	0,3
17.19.20.22.23.24./11.00	1,412	1,686	2,640	0,639	0,361	1,0	0,1	1,6	0,2
24. 29. 30./11. 00	1,414	1,687	2,660	0,634	0,366	0,6	0,0	0,7	0,3
1. 3.—7./12. 00	1,410	1,686	2,665	0,633	0,367	1,2	0,1	1,7	0,1
8.—14./12. 00	1,405	1,689	2,654	0,636	0,364	1,1	0,1	1,5	0,5
15.—21./12. 00	1,409	1,689	2,632	0,642	0,358	0,1	0,2	0,2	1,1
22. 24. 27. 28./12. 00	1,409	1,689	2,654	0,636	0,364	0,1	0,1	0,2	0,7
29. 31./12. 00 2.—4./1. 01	1,405	1,686	2,660	0,634	0,366	0,2	0,2	0,4	0,7
21.—24./1. 01	1,401	1,690	2,646	0,639	0,361	0,0	0,2	0,0	1,5
26. 28.—31./1. 01 1./2. 01	1,400	1,687	2,646	0,638	0,362	0,1	0,2	0,1	1,4
8. 9. 18. 23. 25. 26./2. 01	1,406	1,687	2,637	0,640	0,360	0,1	0,2	0,1	0,3
25. 26./4. 01	1,404	1,689	2,644	0,639	0,361	0,2	0,1	0,2	1,5

Normalsand der Produktion vom	Litergewicht		Spez. Gewicht	Dichtigkeitsgrad $= d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $= u = 1 - \frac{R_r}{s}$	Untaugliche Körner, ermittelt mit Hülfe der			
						Drahtsiebe		Blechsiebe	
	eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r	s			60 Maschen zu grob	120 Maschen zu fein	1,350 mm zu grob	0,775 mm zu fein
27. 29. 30./4. 01 1. 2. 3./5. 01	1,405	1,683	2,636	0,638	0,362	0,2	0,1	0,3	1,0
4. 7. 8. 9. 10./5. 01	1,405	1,680	2,671	0,629	0,371	0,4	0,1	0,5	0,9
11. 13. 14. 15. 17./5. 01	1,402	1,686	2,666	0,632	0,368	0,5	0,2	0,6	0,8
18. 20.—24./5. 01	1,403	1,679	2,661	0,631	0,369	0,5	0,1	0,6	0,6
25. 29. 30. 31./5. 01 1./6. 01	1,403	1,685	2,661	0,633	0,367	0,5	0,1	0,5	0,7
4.—7./6. 01	1,403	1,685	2,697	0,625	0,375	0,2	0,2	0,4	0,6
8. 10.—14./6. 01	1,406	1,690	2,655	0,637	0,363	0,2	0,2	0,3	0,6
15. 19. 28./6. 01	1,403	1,682	2,661	0,632	0,368	0,4	0,1	0,6	0,4
29./6. 01. 1. 2.—5./7. 01	1,405	1,688	2,673	0,632	0,368	0,2	0,1	0,3	0,7
6. 8. 9.—12./7. 01	1,408	1,683	2,661	0,632	0,368	0,5	0,2	0,7	0,7
13. 15.—19./7. 01	1,405	1,688	2,661	0,634	0,366	0,5	0,1	0,6	0,7
20. 22.—24./7. 01	1,403	1,686	2,631	0,641	0,359	0,5	0,1	0,7	0,7
25.—26. 27. 29./7. 01 1. 2./8. 01	1,407	1,687	2,661	0,634	0,366	1,4	0,2	1,7	0,7
16.—20./9. 01	1,398	1,678	2,655	0,632	0,368	0,0	0,1	0,0	1,2
21. 23.—27./9. 01	1,399	1,687	2,655	0,635	0,365	0,0	0,2	0,0	0,9
28. 30./9. 1.—3./10. 01	1,401	1,683	2,655	0,634	0,366	0,0	0,2	0,0	1,0
8.—11./10. 01	1,403	1,683	2,655	0,634	0,366	0,0	0,2	0,0	1,4
12. 14.—18./10. 01	1,411	1,687	2,649	0,637	0,363	0,0	0,2	0,1	1,4
19. 21.—25./10. 01	1,407	1,687	2,655	0,635	0,365	0,0	0,3	0,1	1,4
26. 28.—31./10 1./11. 01	1,404	1,684	2,649	0,636	0,364	0,1	0,2	0,1	1,3
2. 4. 6—8./11. 01	1,408	1,680	2,655	0,633	0,367	0,1	0,1	0,1	1,5
9. 11.—15./11. 01	1,404	1,684	2,655	0,634	0,366	0,1	0,2	0,2	1,1
16. 18. 19. 21. 22./11. 01	1,404	1,684	2,655	0,634	0,366	0,1	0,1	0,1	1,3
23. 25.—29./11. 01	1,405	1,688	2,655	0,636	0,364	0,2	0,2	0,1	0,9
30./11. 2.—6./12. 01	1,404	1,679	2,655	0,632	0,368	0,1	0,1	0,2	1,4
7. 9.—11. 13./12. 01	1,407	1,682	2,643	0,636	0,364	0,1	0,2	0,1	1,3
14. 16./12. 01	1,404	1,681	2,643	0,636	0,364	0,1	0,2	0,1	1,8
21. 23. 24. 27. 30. 31./12. 01 2. 3. 4./1. 02	1,401	1,686	2,655	0,635	0,365	0,1	0,2	0,1	1,5
10. 12.—16./1. 02	1,404	1,680	2,631	0,639	0,361	0,2	0,3	0,2	1,4
18. 21. 22./1. 5.—7./2. 02	1,402	1,684	2,613	0,644	0,356	0,1	0,2	0,2	1,2
8. 10.—14./2. 02	1,404	1,687	2,655	0,635	0,365	0,1	0,1	0,3	1,2
15. 17.—21./2. 02	1,403	1,681	2,652	0,634	0,366	0,2	0,4	0,3	1,2
22. 24.—28./2 02	1,402	1,676	2,655	0,631	0,369	0,2	0,1	0,4	1,0
1. 3.—7./3. 02	1,406	1,688	2,638	0,640	0,360	0,3	0,1	0,4	0,7
8. 10.—14./3. 02	1,406	1,681	2,661	0,632	0,368	0,2	0,1	0,3	0,9
15. 17.—21./3. 02	1,405	1,688	2,655	0,636	0,364	0,3	0,2	0,5	0,8
24.—27./3. 02	1,402	1,681	2,632	0,639	0,361	0,3	0,1	0,5	0,8
29./3. 2.—4./4. 02	1,400	1,681	2,655	0,633	0,367	0,5	0,1	0,6	0,9
5. 7.—11./4. 02	1,402	1,680	2,655	0,633	0,367	0,3	0,1	0,6	0,6
12. 14.—17./4. 02	1,402	1,683	2,655	0,634	0,366	0,6	0,1	1,0	0,7
19. 21.—25./4. 02	1,405	1,681	2,655	0,633	0,367	1,0	0,1	1,3	0,7
26. 28.—30./4. 02 1. 2./5. 02	1,406	1,683	2,645	0,636	0,364	1,0	0,1	1,2	0,5
3. 5.—7. 9./5. 02	1,406	1,689	2,655	0,636	0,364	1,4	0,1	1,7	0,5
21.—24. 28. 29./5. 02	1,400	1,684	2,655	0,634	0,366	0,3	0,1	0,4	0,6
31./5. 2.—6./6. 02	1,400	1,686	2,662	0,633	0,367	0,0	0,1	0,0	0,6
7. 9.—11./6 02	1,401	1,687	2,663	0,633	0,367	0,0	0,1	0,0	0,4
16. 30./6. 1.—3./7. 02	1,400	1,680	2,663	0,631	0,369	0,0	0,1	0,1	0,5
5. 7.—11./7. 02	1,398	1,676	2,655	0,631	0,369	0,0	0,0	0,1	0,5
12. 14.—18./7. 02	1,401	1,680	2,655	0,633	0,367	0,0	0,1	0,1	0,6
19. 21.—23. 28.—31./7. 02 1/8. 02	1,404	1,686	2,630	0,641	0,359	0,0	0,0	0,1	0,6
6. 8.—12./9. 02	1,403	1,684	2,643	0,637	0,363	0,1	0,1	0,2	0,7

Normalsand der Produktion vom	Litergewicht eingelaufen R_f	Litergewicht eingerüttelt R_r	Spez. Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $= d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $= u = 1 - \frac{R_r}{s}$	Untaugliche Körner, ermittelt mit Hülfe der Drahtsiebe: 60 Maschen zu grob	Drahtsiebe: 120 Maschen zu fein	Blechsiebe: 1,350 mm zu grob	Blechsiebe: 0,775 mm zu fein
13. 15.—19./9. 02	1,403	1,680	2,649	0,634	0,366	0,1	0,1	0,2	0,5
20. 22.—26./9. 02	1,401	1,685	2,643	0,638	0,362	0,3	0,1	0,5	0,5
27. 29. 30./9. 1.—3./10. 02	1,404	1,682	2,649	0,635	0,365	0,2	0,1	0,5	0,8
4. 6.—10./10. 02	1,400	1,678	2,643	0,635	0,365	0,6	0,1	0,7	0,3
11. 13.—17./10. 02	1,403	1,683	2,643	0,637	0,363	0,3	0,1	0,5	0,6
18. 20.—24./10. 02	1,402	1,684	2,649	0,636	0,364	0,6	0,1	1,0	1,2
25. 27. 28./10 3.—7./11. 02	1,402	1,681	2,643	0,636	0,364	0,4	0,4	0,5	2,8
8. 10.—14./11. 02	1,402	1,684	2,649	0,636	0,364	0,2	0,7	0,3	3,5
17. 18. 20. 21./11. 02	1,400	1,683	2,643	0,637	0,363	0,3	0,3	0,4	3,1
22. 24.—28./11. 02	1,401	1,685	2,646	0,637	0,363	0,5	0,4	0,6	0,7
29./11. 1.—5./12. 02	1,407	1,688	2,632	0,641	0,359	1,3	0,2	1,8	1,8
6. 8.—12./12. 02	1,413	1,687	2,643	0,638	0,362	1,5	0,2	2,2	1,8
13. 15.—19./12. 02	1,408	1,684	2,643	0,637	0,363	0,4	0,2	0,5	2,0
20. 22.—24./12. 02	1,407	1,687	2,640	0,639	0,361	0,1	99,8	0,1	98,0
27.30.31./12. 02 u. 2./1. 03	1,407	1,686	2,643	0,638	0,362	0,0	99,8	0,0	98,0
3. 5.—9./1. 03	1,402	1,682	2,655	0,634	0,366	0,0	99,5	0,0	97,8
10. 12.—16./1. 03	1,404	1,688	2,643	0,639	0,361	0,0	99,8	0,0	98,3
17. 19.—23./1. 03	1,403	1,686	2,655	0,635	0,365	0,0	99,9	0,0	98,7
24. 26.—30./1. 03	1,405	1,685	2,655	0,635	0,365	0,0	99,7	0,1	98,3
31./1. 03 u. 2.—6./2. 03	1,400	1,686	2,667	0,632	0,368	0,0	99,7	0,1	98,3
7. 9.—13./2. 03	1,401	1,682	2,655	0,634	0,366	0,0	99,8	0,1	98,5
14. 16.—20./2. 03	1,404	1,691	2,667	0,634	0,366	0,0	99,9	0,0	98,5
21. 23. 24. 26. 27./2. 03	1,400	1,680	2,655	0,633	0,367	0,1	99,9	0,1	98,6
28./2. u. 2.—5./3. 03	1,401	1,678	2,655	0,632	0,368	0,1	99,9	0,2	98,5
7. 9.—13./3. 03	1,400	1,680	2,643	0,636	0,364	0,1	99,9	0,2	98,8
14. 16.—20./3. 03	1,403	1,682	2,643	0,636	0,364	0,2	99,9	0,4	98,8

Punkt 13 des Programms der Konferenz lautete:

„Untersuchung der Möglichkeit, ob Drahtsiebe durch Siebe aus gelochten Blechen ersetzt werden können und Ermittelung der Lochdurchmesser solcher Blechsiebe, welche den auf S. 43 der Denkschrift angegebenen Drahtstärken der Sandsiebe entsprechen."

In dem Protokoll heißt es:[1])

„Die Konferenz ist der Ansicht, daß gelochte Bleche den Drahtsieben entschieden vorzuziehen sind. Es wird die Anwendung rund gelochter Blechsiebe beschlossen, und soll es Sache der ständigen Kommission sein, die Lochweiten, Lochanordnungen und Blechstärken zu bestimmen, bei welchen ein Sand erhalten wird, der mit dem jetzt mittels der Drahtsiebe erhaltenen Normalsand gleiche Zugfestigkeit ergibt."

Der Verein deutscher Portland-Zement-Fabrikanten hat s. Z. diesen Versuchen zugestimmt, hat auch Versuche mit gelochten Blechen angestellt, ist aber nach dem Bericht des Vorsitzenden Dr. Delbrück[2]) zu dem Ergebnis gelangt,

„daß es tatsächlich unmöglich ist, gelochte Siebe zu erhalten, die, geprüft und verglichen mit den Normalsieben, ein gleiches Resultat liefern."

[1]) Vergl. Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten 1891, S. 34.

[2]) Protokoll 1891, S. 35.

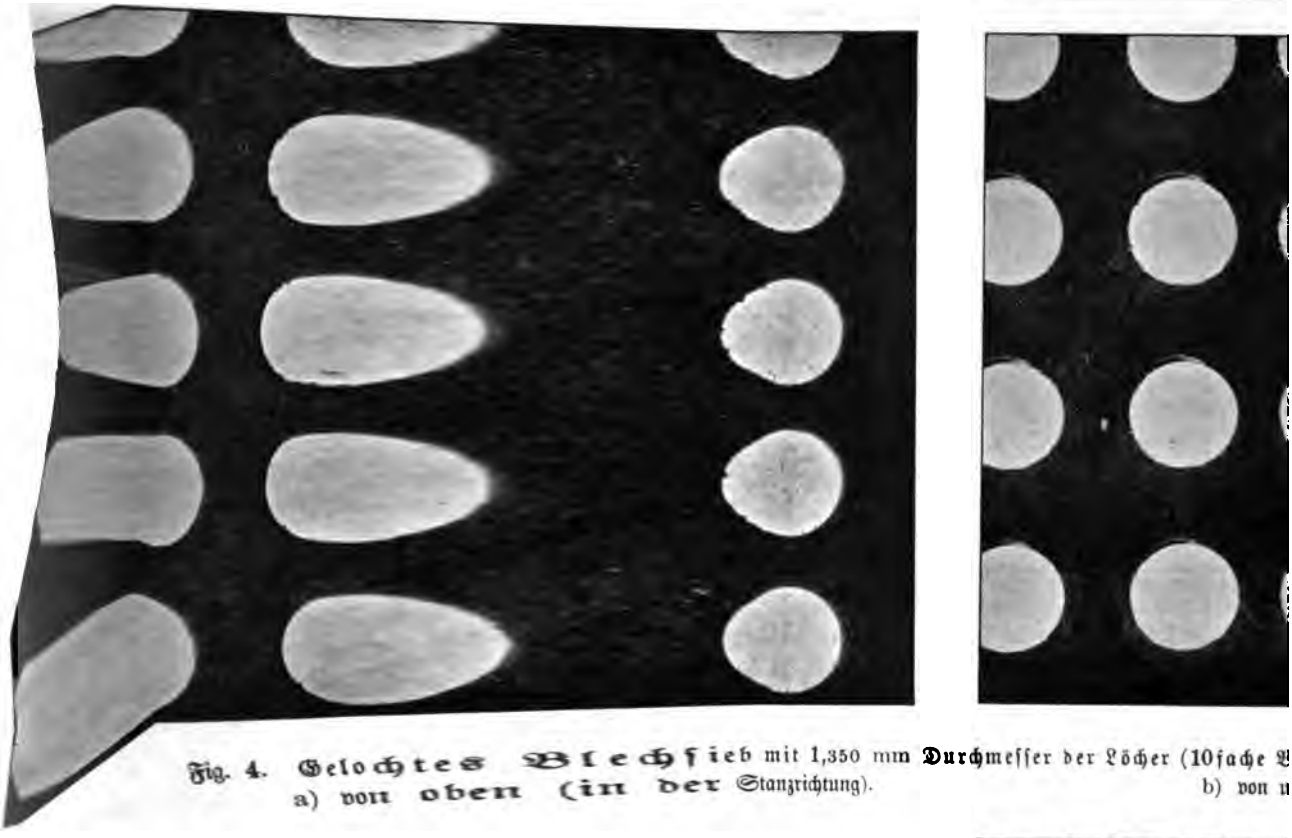


Fig. 4. Gelochtes Blechsieb mit 1,350 mm Durchmesser der Löcher (10fache V
a) von oben (in der Stanzrichtung). b) von u

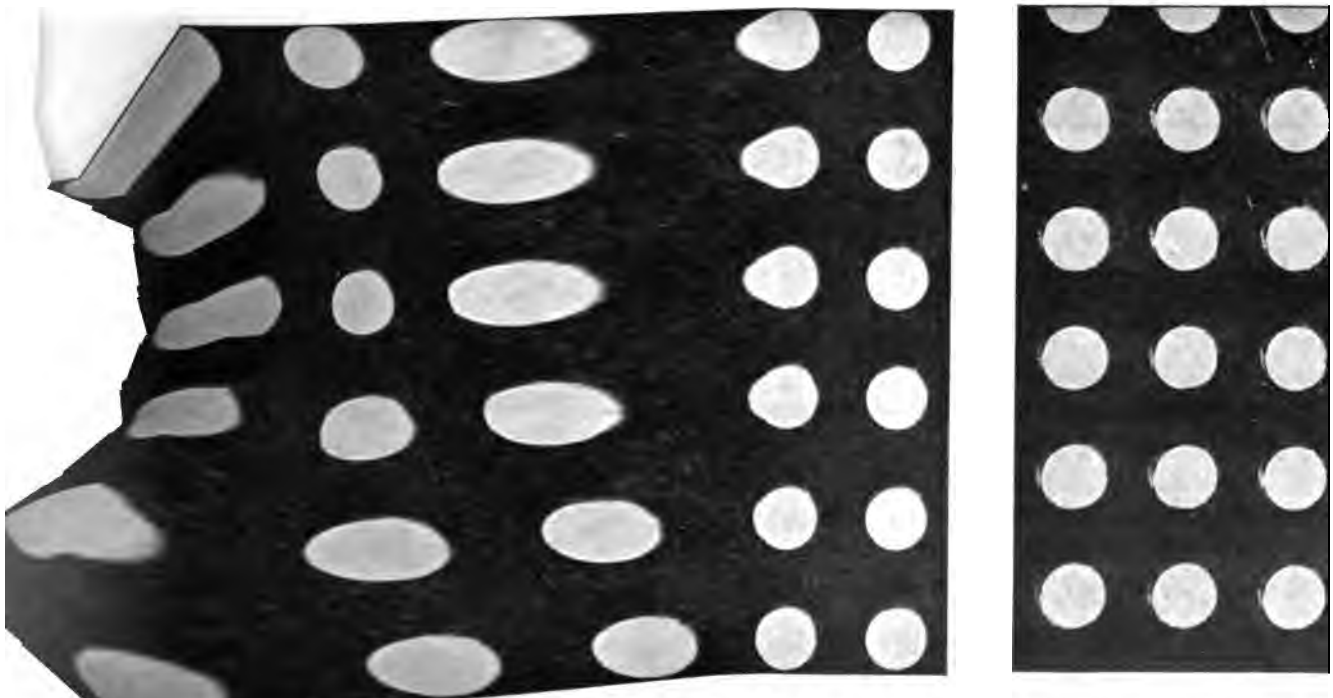


Fig. 5. Gelochtes Blechsieb mit 0,775 mm Durchmesser der Löcher (10fache V
a) von oben (in der Stanzrichtung). b) von un

Zu anderen Ergebnissen gelangte R. Dyckerhoff, der vergleichende Versuchsergebnisse mitteilte, die sehr übereinstimmend ausgefallen waren (Tabelle 5).

Tabelle 5. **Dyckerhoff: Vergleichende Versuche mit Normalsand von gewebten und gelochten Sieben. Mischung 1:3.**

Sand	Alter der Proben. Tage	Zugfestigkeit kg/qcm			
		Normalsand 60 u. 120 Maschen	Sand zwischen 1,0 u. 0,8 mm	Sand zwischen 1,0 u. 0,75 mm	Sand zwischen 1,0 u. 0,7 mm
von Freienwalde	7	17,6	17,6	17,4	17,5
	28	23,1	23,4	23,5	23,7
vom Rhein	7	17,5	17,5	17,5	17,7
	28	23,7	23,8	24,1	23,9

Dyckerhoff benutzte Stahlbleche aus dem Handel mit 1,0 bezw. 0,8, 0,75 und 0,7 mm Durchmesser der runden Löcher, und der einzige Vorwurf, den man diesen Blechen machte, war der, daß sich die Löcher leicht zusetzten und die Siebe schwer zu reinigen sind, eine Beobachtung, die mit den rund gelochten Messingblechen der Versuchsanstalt nicht gemacht wurde.

Auch Dr. Tomëi hat damals vergleichende Versuche mit Normalsand ausgeführt, die auf gewebten Sieben und (als Ersatz für das 120-Maschensieb) auf gelochten Blechsieben mit 0,7 und 0,6 mm Lochweite hergestellt wurden. Auch er fand ziemlich gute Übereinstimmung in den Festigkeitszahlen, namentlich nach vier Wochen Alter der Proben (Tabelle 6). Der zum Absieben verwandte Sand war aus Freienwalde.

Davon wog 1 l Normalsand lose 1399 g fest gerüttelt 1612 g
1 l auf 0,7 Lochweite „ 1395 g „ „ 1605 g
1 l „ 0,6 „ „ 1405 g „ „ 1605 g

Tabelle 6. **Dr. Tomëi: Vergleichende Versuche mit Normalsand von gewebten und gelochten Sieben. Mischung 1:3.**

Zement	Alter der Proben. Tage	Zugfestigkeit kg/qcm			Druckfestigkeit kg/qcm		
		Normalsand 60 u. 120 Masch.	Sand auf 0,7 mm	Sand auf 0,6 mm	Normalsand 60 u. 120 Masch.	Sand auf 0,7 mm	Sand auf 0,6 mm
A	7	16,6	18,0	18,4	136,8	142,8	138,6
	28	21,3	22,9	22,9	204,6	216,0	206,0
B	7	13,1	14,4	14,6	103,6	97,8	94,2
	28	16,1	15,5	15,9	176,4	174,0	179,4

Wenn man trotz der mitgeteilten Versuchsreihen damals an den gewebten Sieben festhielt, so geschah es aus praktischen und durchaus zu billigenden Gründen, und weil man nicht ohne Not die bestehenden Verhältnisse ändern wollte.

Deshalb ist seither der Angelegenheit in Deutschland keine weitere Folge gegeben worden. Nachdem aber die Notwendigkeit strengerer Kontrolle des Normalsandes sich herausgestellt hat, dürfte auch gegen die Einführung sorgfältig ausgewählter und hergestellter, rund gelochter Bleche zur Kontrolle kein Einwand mehr zu erheben sein.

β) Zu Feines und zu Grobes im Sande.

Wie bereits vorn erwähnt, hatte die Kommission am 11. Januar 1898 beschlossen, Versuche über den Einfluß von künstlich dem Normalsande beigemischten zu feinen und zu

groben Körnern anzustellen. Bereits am 17. Januar 1898 teilte Dr. Schumann mit, „daß nach seinen Versuchen ein Gehalt von 20—25% zu feinen Kornes noch kaum zu Differenzen in der Festigkeit führe." Dr. Schumann stützte diese Ansicht auf die in Tabelle 7 mitgeteilten Mittelwerte, aus welchen in der Tat hervorgeht, daß selbst 30% zu feiner Sand, der allerdings der Grenze des 120-Maschensiebes ziemlich nahe liegt, nur eine sehr geringe Festigkeitsverminderung der Normalmischung 1 : 3 bewirkt.

Tabelle 7. **Dr. Schumann: Festigkeit von Normalmörteln bei verschiedenem Gehalt des Normalsandes an zu feinen Körnern.**

Der als Zuschlag benutzte feinere Sand hatte das 120 Maschensieb passiert und blieb auf dem 225 Maschensiebe liegen.

28 Tage alte Proben.

Mischung 1:3 mit	Zugfestigkeit kg/qcm	Druckfestigkeit kg/qcm
100 N	26,2	314,4
85 N + 15 F	26,1	310,8
70 N + 30 F	25,95	308,2
50 N + 50 F	25,4	302,8

Daß geringe Verschiebungen in den Korngrößen nahe der Grenzen des 60- und des 120-Maschensiebes keine wesentlichen Änderungen in den Festigkeiten bewirken, beweisen auch die in Tabelle 5 und 6 mitgeteilten Versuchsergebnisse. Der im feinsten Korn gröbere Sand auf den 0,8 mm Löchern hat fast dieselben Festigkeiten geliefert wie der an der unteren Grenze feinere Sand auf den 0,75 und 0,7 mm Löchern, und der Sand auf den 0,7 mm Löchern unterscheidet sich in der Festigkeit kaum von dem Sand auf den 0,6 mm Löchern, falls nur derselbe Sand auf beiden abgesiebt wurde.

Schließlich stimmen auch die von der Versuchsanstalt und von Schott früher ausgeführten Versuche[1]) in ihren Ergebnissen hiermit im wesentlichen überein. Die Ergebnisse dieser Versuche führten damals zu folgenden Schlüssen:

> Schwankungen in dem Verhältnis der groben Körner im Normalsand zu den feinen, wie sie die praktische Herstellung des Normalsandes unvermeidlich ergibt, sind von geringem Einfluß auf die Festigkeitsergebnisse.
>
> Da der Gehalt des Normalsandes an feinsten, das 120-Maschensieb passierenden Sandkörnern das Festigkeitsergebnis zu beeinflussen vermag, sollte durch besondere Versuche die höchste zulässige, praktisch zu vernachlässigende Menge des Siebfeinsten festgestellt werden.

1. Versuchsgruppe.

Ähnliche Erfahrungen und Erwägungen führten zu dem weiter vorn (S. 7) bereits genannten Beschlusse der Kommission zur Anstellung gemeinsamer Versuche.

Diesem Beschlusse zufolge wurden mit den von Dr. Goslich verschickten künstlich verunreinigten Normalsandproben an vier Stellen unter Verwendung beliebiger Zemente Versuche ausgeführt, zu denen in jeder Reihe 20 Probekörper benutzt werden sollten.

Da es indessen erwünscht erschien, der demnächst tagenden Versammlung des Vereins bereits einige Ergebnisse vorzulegen, wurde die Probenzahl geteilt und die Hälfte bereits vor

[1]) Gary: Über die Ursachen der Abweichungen in den Festigkeits-Ergebnissen der Zementprüfung an verschiedenen Orten. Mitteilungen 1898, S. 34—38.

Ablauf von 4 Wochen geprüft — nicht zum Vorteil der Zuverlässigkeit der Ergebnisse, wie sich später herausstellte.

Die einzelnen Mischungen des Sandes sind in den nachstehenden Ausführungen nach Maßgabe der Tabelle 8 mit Buchstaben bezeichnet.

Tabelle 8. **Bezeichnung der verschiedenen Mischungen von künstlich unrichtig zusammengesetzten Normalsanden.**

Bezeichnung	Sandmischung
A	Normalsand zwischen 60 und 120 Maschen
B	Normalsand, vermischt mit 10% Sand zwischen 120 u. 240 Maschen
C	Normalsand, vermischt mit 15% Sand zwischen 120 u. 240 Maschen
D	Normalsand, vermischt mit 20% Sand zwischen 120 u. 240 Maschen
E	Normalsand, vermischt mit 5% Sand zwischen 20 u. 60 Maschen
F	Normalsand, vermischt mit 10% Sand zwischen 20 u. 60 Maschen
G	Normalsand, vermischt mit 10% Sand auf 60 Maschen

Von diesen Sanden wurden je 15 kg derartig hergestellt, daß zu A 15 kg reiner Normalsand benutzt,

zu B 13,5 kg Normalsand + 1,5 kg feines Korn
„ C 12,75 „ „ + 2,25 „ „ „
„ D 12,00 „ „ + 3,00 „ „ „
„ E 14,25 „ „ + 0,75 „ grobes Korn
„ F 13,50 „ „ + 1,50 „ „ „
„ G 13,50 „ „ + 1,50 „ Überschlag

sorgfältig gemischt wurde.

Das hierbei verwendete feine Korn sollte zwischen den Sieben von 120 und 240 Maschen auf 1 qcm liegen, das grobe Korn zwischen den Sieben von 20 und 60 Maschen und der Überschlag sollte den bei der Fabrikation auf dem 60-Maschensiebe liegen bleibenden Rest des Natursandes darstellen. Der Normalsand sollte selbstverständlich zwischen den Sieben von 60 und 120 Maschen liegen.

Die mit den Sieben der Versuchsanstalt vorgenommene Kontrolle ergab indessen geringe Abweichungen der Körnergrößen, die aus Tabelle 9 ersichtlich sind.

Tabelle 9. **Korngrößen der verwendeten Ursande.**
Mittel aus je zwei Versuchen.

	Rückstände in Prozenten					
Siebe mit Maschen	20	60	81	120	240	
Normalsand	—	0,3	39,0	98,0	—	
	—	0,3	38,7	59,8	1,2	—
Feines Korn	—	—	—	0,0	67,4	
	—	—	—	—	67,4	32,6
Grobes Korn	0,0	83,0	—	—	—	
	—	83,0	17,0	—	—	—
Überschlag	—	96,5	—	—	—	
	—	96,5	3,5	—	—	—

Der Normalsand hatte demnach kleine Fehler in der Korngröße, das feine Korn war noch feiner als beabsichtigt und auch das grobe Korn etwas feiner als beabsichtigt. Der Überschlag enthielt noch 3,5 % Normalsand.

Über die Gewichts- und Dichtigkeitsverhältnisse der Ursande gibt Tabelle 10 Aufschluß. Nur der Überschlag auf dem 60-Maschensieb zeigt erhebliche Unterschiede im Raumgewicht und im Dichtigkeitsgrad.

Tabelle 10. **Gewichte und Dichtigkeitsverhältnisse der Ursande.**

Mittel aus je 2 Versuchen.

	R_f kg	R_r kg	s	$b = \frac{R_r}{s}$	$n_r = 1 - \frac{R_r}{s}$
Normalsand	1,395	1,684	2,639	0,638	0,362
Feines Korn	1,388	1,680	2,647	0,635	0,365
Grobes Korn	1,403	1,682	2,640	0,637	0,363
Überschlag	1,487	1,737	2,647	0,656	0,344

Tabelle 11. **Litergewichte von sieben Normalsandmischungen und Raumgewichte der daraus hergestellten Versuchskörper.**

Gemisch.	Es wog 1 l Sand		Gewicht und Raumgewicht der 24 Stunden alten Proben im Mittel aus 5 Wägungen.			
	eingelaufen	eingerüttelt	Zugproben		Druckproben	
	R_f = kg	R_r = kg	g	J/g	g	J/g
A	1,395	1,684	156	2,274	785	2,211
B	1,420	1,707	157	2,289	785	2,211
C	1,428	1,712	157	2,289	786	2,214
D	1,430	1,716	157	2,289	784	2,208
E	1,400	1,684	156	2,274	783	2,206
F	1,401	1,688	157	2,289	790	2,225
G	1,423	1,701	158	2,303	794	2,237

Nachdem die vier Ursande zu den in Tabelle 8 aufgeführten Sandmischungen A — G zusammengesetzt waren, wurden diese Mischungen ihrerseits auf Litergewichte geprüft. Den in Tabelle 11 enthaltenen Ergebnissen dieser Versuche sind auch die mittleren Gewichte und Raumgewichte der in der Versuchsanstalt hergestellten und 24 Stunden alten Zug- und Druckproben der Mörtel 1 + 3 beigefügt. Dabei ist zu bemerken, daß die Raumgewichte der Körper sich vermutlich an den anderen Versuchsstellen — je nach der Art des verwendeten Zementes, der Größe des Wasserzusatzes und dem Grade der Verdichtung — abweichend ergeben haben.

In der Versuchsanstalt wurden alle Körper mit 9¼ % Wasser, bezogen auf die trockene Mörtelmenge, angemacht und mit 150 Schlägen des Normalhammers verdichtet. Als Bindemittel wurde der in seinen Eigenschaften durch die in Tabelle 12 enthaltenen Ergebnisse gekennzeichnete Zement verwendet, der raumbeständig war und als ein der durchschnittlichen deutschen Handelsware entsprechender Zement anzusehen ist.

Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, daß die Litergewichte der losen oder fest eingerüttelten Sandmischungen mit der Beimischung von feinem Korn bis zu 20 % zunehmen und daß auch durch Zusatz von 10 % gröberem Korn das Litergewicht größer wird als das des vorschriftsmäßigen Normalsandes. Der Zusatz von 10 % Überschlag auf dem 60 Maschensieb erhöht das Raumgewicht des Sandes beträchtlich. Diese Unterschiede der Sandgewichte machen sich

Tabelle 12. Eigenschaften der in der Versuchsanstalt verwendeten Zemente.

Zementprüfung.

Gewicht eines Liters.		Spez. Gewicht	Glühverlust	Der Abbindeversuch ergab im Mittel:						
eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r	s	%	Wärmeerhöhung C°	Abbindezeit Std.	Erhärtungsanfang Std.	bei	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Feuchtigkeit der Luft %
1,270	2,038	3,151	0,67	2,0	7	1½		16,2	17	81

Siebrückstände.

Siebe mit Maschen für 1 qcm	180	324	600	900	5000	—
Gesamt-Rückstand auf den Sieben; Prozent	0,1	0,4	0,8	2,2	27,0	—
Rückstand zwischen je 2 Sieben; Prozent	0,1	0,3	0,4	1,4	24,8	73,0

Tabelle 13. Festigkeit von sieben Zementmörteln aus künstlich unrichtig gemischtem Normalsand.

Vier Versuchsstellen und vier verschiedene Zemente.

Sandmischung			A	B		C		D		E		F		G	
	Alter der Proben	Versuchsstelle	kg/qcm	kg/qcm	B·100 / A	kg/qcm	C·100 / A	kg/qcm	D·100 / A	kg/qcm	E·100 / A	kg/qcm	F·100 / A	kg/qcm	G·100 / A
Zugfestigkeit	14 Tage	G	26,1	26,8	103	27,7	106	27,7	106	27,1	104	24,9	96	26,3	101
		P	22,1	23,3	106	23,2	105	24,8	112	21,9	99	22,3	101	24,1	109
		V	20,4	20,9	102	20,4	100	20,8	102	19,9	98	21,5	105	21,4	105
	7 Tage	S	18,6	19,35	104	19,45	105	19,6	105	19,15	103	19,7	106	19,9	107
	28 Tage	G	28,0	29,4	105	29,8	106	29,9	107	28,6	102	28,4	102	28,5	102
		P	24,8	26,2	106	25,5	103	27,0	109	28,4	115	26,3	106	25,2	102
		V	27,1	26,3	97	25,3	94	25,4	94	28,0	103	25,1	93	24,6	91
		S	24,6	25,1	102	25,6	104	25,8	105	24,8	101	25,5	104	26,3	107
Druckfestigkeit	14 Tage	G	233,0	230,0	99	256,0	110	232,0	99	239,0	102	236,0	101	243,0	104
		P	175,4	189,4	108	177,0	101	176,0	100	171,6	98	177,0	101	183,8	105
		V	192,9	191,1	99	196,4	102	197,5	102	193,0	100	190,2	99	194,3	101
	7 Tage	S	167,0	171,4	103	175,8	105	177,4	106	174,6	105	175,8	105	190,0	114
	28 Tage	G	246	258	105	286,0	116	275,0	112	283,0	115	279,0	114	294,0	120
		P	197,3	233	118	233,8	119	246,4	125	211,2	107	215,6	109	220,6	112
		V	239,3	238,7	100	238,9	100	240,8	101	234,7	99	237,8	99	245,7	103
		S	244,4	248,8	102	260,8	107	264,0	108	245,8	101	257,8	106	268,2	110

indessen in den Festigkeitsprobekörpern bei 24 Stunden Alter nicht gesetzmäßig bemerkbar, obgleich alle diese Körper gleichmäßig mit 9¼ % Wasser eingeschlagen wurden. Ausnahmen bilden nur die Zug- und Druckproben mit der Mischung G, welche schwerer wiegen, als der Durchschnitt der übrigen Proben, und deren Raumgewicht J/g, berechnet aus dem Inhalt der Form J und dem Gewichte des Körpers g erheblich über den Raumgewichten der Körper aus vorschriftsmäßigem Normalsand liegen.

Die Ergebnisse der an den vier Versuchsstellen ausgeführten Prüfungen auf Zug- und Druckfestigkeit sind in Tabelle 13 in ihren Mittelwerten zusammengestellt. In der Versuchsanstalt (V) wurden diese Mittelwerte aus je 10 bis 15 Einzelversuchen gewonnen.

Der größeren Übersichtlichkeit halber sind die auf die Festigkeiten der vorschriftsmäßigen Normalsandmischungen bezogenen Verhältniszahlen in Fig. 6 zeichnerisch aufgetragen.

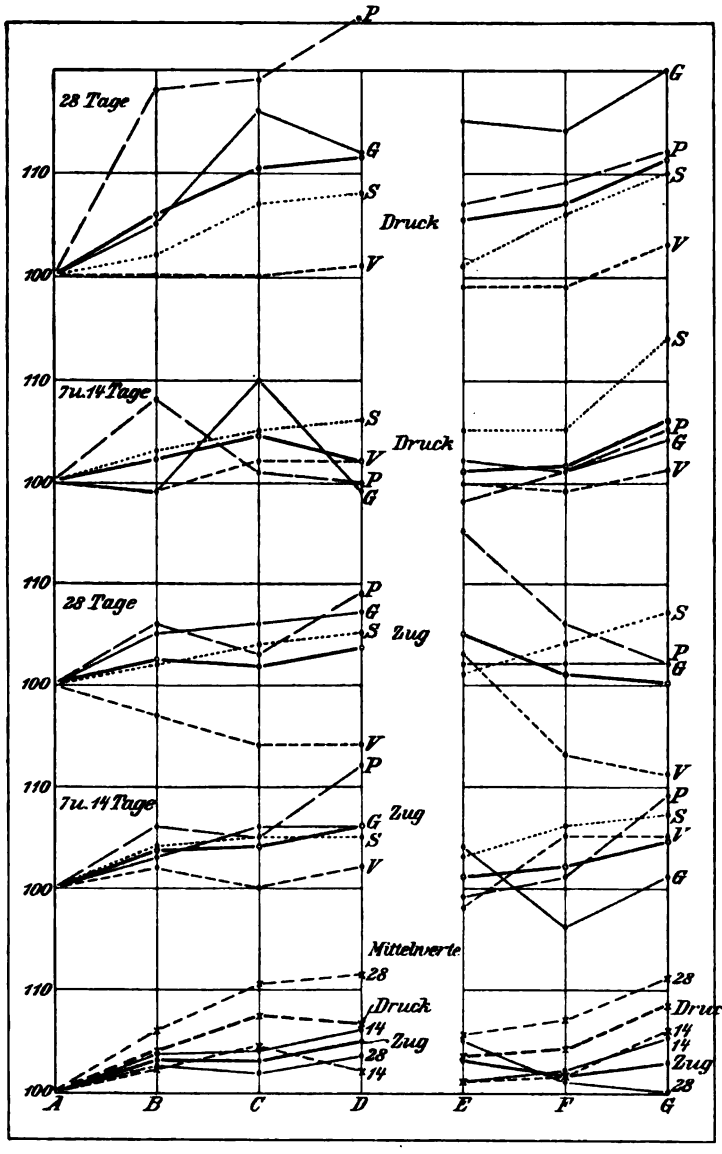


Fig. 6.

Einfluß der Körnung des Normalsandes auf die Zug- und Druckfestigkeit vier verschiedener Zemente.

Die Ergebnisse zeigten so erhebliche Abweichungen und ließen selbst im Mittel aus den Ergebnissen aller Versuchsstellen die gesetzmäßige Änderung der Festigkeiten infolge Änderung der Sandzusammensetzung so undeutlich erkennen, daß sie nicht befriedigten und weitere Versuche in Aussicht genommen wurden.

Die Fehler in den einzelnen Versuchsreihen würden sich weniger störend bemerkbar gemacht haben, wenn — dem ursprünglichen Plane folgend — eine größere Zahl Probekörper in jeder einzelnen Reihe geprüft worden wäre.

2. Versuchsgruppe.

Auf Vorschlag der Versuchsanstalt beschloß die Kommission Anfang Mai 1898 die Wiederholung der Versuche unter Verwendung eines und desselben, den Mitarbeitern von Herrn Dr. Goslich zuzustellenden Zementes und folgender Sandmischungen im Mörtel 1 + 3:

entsprech. der früheren Mischung A I 100 Teile reiner Normalsand;
" " " " B II 90 " " " + 10 Teile feines Korn (120—240 Maschen)
" " " " E III 95 " " " + 5 Teile Überschlag;
neu hinzugenommen IV 85 " " " + 10 Teile feines Korn + 5 Teile Überschlag.

Die letzte Mischung wurde gewählt, weil man sich darüber einig war, daß man voraussichtlich 10% zu feine und 5% zu grobe Körner im Normalsande würde zulassen können, und weil dann die Möglichkeit vorhanden war, daß ein noch als zulässig erachteter Normalsand im zu Feinen und zu Groben bis an die äußerste Grenze ging. Die Festigkeitsergebnisse eines Mörtels mit solchem Sande müßten vergleichsweise festgestellt werden.

Die Versuche wurden für 28 Tage alte, normal angefertigte und erhärtete Körper auf Zug- und Druckfestigkeit der 1 + 3 Mischung derart eingeleitet, daß in jede Reihe mindestens 20 Zug- und 20 Druckproben zur Prüfung kamen.

Die von Dr. Goslich den Kommissionsmitgliedern zugesandten Ursande und die daraus hergestellten Mischungen ergaben bei der Kontrolle in der Versuchsanstalt die in Tabelle 14 zusammengestellten Körnungen.

Tabelle 14. **Korngrößen der verwendeten Sande.**
Mittel aus je 2 Versuchen.

	Rückstände in Prozenten.						
Siebe mit Maschen	20	60	81	120	240	600	900
Normalsand I	—	0,0	24,0	82,0	99,9	—	—
	—	—	24,0	58,0	17,9	0,1	—	—
Feines Korn	—	—	—	0,0	56,0	91,0	99,2
	—	—	—	—	56,0	35,0	8,2	0,8
Überschlag	0,0	80,5	99,8	99,9	—	—	—
	—	80,5	19,3	0,1	0,1	—	—	—
II	—	0,0	21,0	75,5	95,5	98,9	100,0
	—	—	21,0	54,5	20,0	3,4	1,1	0,0
III	0,0	4,0	29,5	81,0	99,8	100,0	—
	—	4,0	25,5	51,5	18,8	0,2	—	—
IV	0,0	3,0	22,0	73,0	94,5	99,8	100,0
	—	3,0	19,0	51,0	21,5	5,3	0,2	—

Der Normalsand erhielt hiernach mehr feines Korn als in der ersten Reihe, das feine Korn war wieder erheblich feiner als beabsichtigt (es ließ noch etwa $^1/_3$ feiner Masse durch das 240 Maschensieb fallen) und der Überschlag enthielt noch etwa 20% Normalsand.

Die Abweichungen der gemischten Sande II, III und IV vom Normalsande I sind in die Augen fallend.

Über die Litergewichte der Sande gibt Tabelle 15 Aufschluß.

Tabelle 15. **Gewichte der verwendeten Sande.**

Litergewicht kg	Normalsand I	Feines Korn	Überschlag	II	III	IV
R_f	1,402	1,400	1,399	1,417	1,405	1,429
R_r	1,680	1,690	1,681	1,703	1,685	1,704

Der Überschlag, der hier erheblich mehr Feines enthält als in der Reihe 1, zeigt keine erheblichen Unterschiede im Litergewicht, gegenüber den anderen Körnungen, dagegen hat die mit dem Überschlag hergestellte Mischung IV wesentlich höhere Litergewichte als der Normalsand, und auch die Mischung III, in welcher das Grobe überwiegt, hat höhere Gewichte als der Normalsand, ähnlich wie schon bei Reihe 1 festgestellt.

Ebenfalls wie bei Reihe 1 verhalten sich auch in Reihe 2 die Raumgewichte der 24 Stunden alten, aus den Mischungen I bis IV hergestellten Probekörper (Tabelle 15), welche in der Versuchsanstalt sämtlich mit 9% Wasser eingeschlagen wurden. Auch hier wieder liegen die Raumgewichte der mit dem Überschlag hergestellten Mischung IV erheblich über den Raumgewichten der Körper mit Normalsand.

Der zu den Versuchen der Reihe 2 an allen vier Versuchsstellen benutzte Zement ist in seinen Eigenschaften — nach den Prüfungsergebnissen der Versuchsanstalt — in Tabelle 17 charakterisiert. Er erscheint als ein ziemlich fein gemahlener, mittelbindender Zement.

Tabelle 16. **Gewichte und Raumgewichte der 24 Stunden alten Proben.**

Mischung	Gewicht und Raumgewicht der 24 Stunden alten Proben im Mittel aus je 5 Wägungen.			
	Zugproben		Druckproben	
	g	J/g	g	J/g
I	158	2,303	786	2,214
II	157	2,289	790	2,225
III	157	2,289	786	2,214
IV	159	2,318	794	2,237

Tabelle 17. **Eigenschaften des verwendeten Zementes.**

Gewicht eines Liters		Spez. Gewicht	Glühverlust	Der Abbindeversuch ergab im Mittel:						
eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r	s	%	Wärmeerhöhung C°	Abbindezeit Std.	Erhärtungsanfang Std.	bei	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Feuchtigkeit der Luft %
1,168	1,918	—	—	6,5	1¼	¼		20	16,5	82

Siebrückstände.

Siebe mit Maschen für 1 qcm	180	324	600	900	5000	—
Gesamt-Rückstand auf den Sieben; Prozent	0,1	0,3	0,5	0,9	16,0	—
Rückstand zwischen je zwei Sieben; Prozent	0,1	0,2	0,2	1,4	14,1	84,0

Die Ergebnisse der an den vier Versuchsstellen ausgeführten Prüfungen auf Zug- und Druckfestigkeit sind in Tabelle 18 zusammengestellt. Die Zahlen sind Mittelwerte aus je 20 Einzelversuchen. Um sie besser vergleichen zu können, sind wieder die Verhältniszahlen,

Tabelle 18. Festigkeit von vier Zementmörteln aus künstlich unrichtig gemischtem Normalsand.

Vier Versuchsstellen und ein Zement.

Sandmischung 1 : 3			I	II		III		IV	
Alter der Proben	Festigkeit der Proben	Versuchsstelle	kg/qcm	kg/qcm	II · 100 / I	kg/qcm	III · 100 / I	kg/qcm	IV · 100 / I
28 Tage	Zugfestigkeit	G	28,6	29,4	*103*	29,2	*102*	29,5	*103*
		P	27,5	28,9	*105*	27,4	*100*	28,7	*104*
		V	26,9	27,9	*104*	28,8	*107*	30,1	*112*
		S	27,6	28,2	*102*	27,4	*99*	30,1	*109*
	Druckfestigkeit	G	274,4	264,2	*96*	280,0	*102*	274,2	*100*
		P	215,3	224,2	*104*	225,9	*105*	214,5	*100*
		V	279,5	286,3	*103*	288,7	*102*	290,5	*104*
		S	287,4	288,8	*100*	280,5	*98*	303,8	*106*

bezogen auf die Festigkeiten der vorschriftsmäßigen Normalsandmischungen berechnet und in Figur 7 zeichnerisch aufgetragen worden.

Die Ergebnisse beweisen mit hinreichender Deutlichkeit[1]), daß der Einfluß der Ungenauigkeiten in der Körnung innerhalb der gewählten Grenzen gering ist. Im allgemeinen wird sowohl Zug- wie Druckfestigkeit durch das Vorhandensein zu feiner und zu grober Körner erhöht. Der Einfluß äußert sich auf die Zugfestigkeit stärker als auf die Druckfestigkeit. Er ist am größten beim gleichzeitigen Vorhandensein von zu feinen und zu groben Körnern, beträgt aber auch dann nur im Mittel etwa 7 % der normalen Zugfestigkeit und 2 % der normalen Druckfestigkeit.

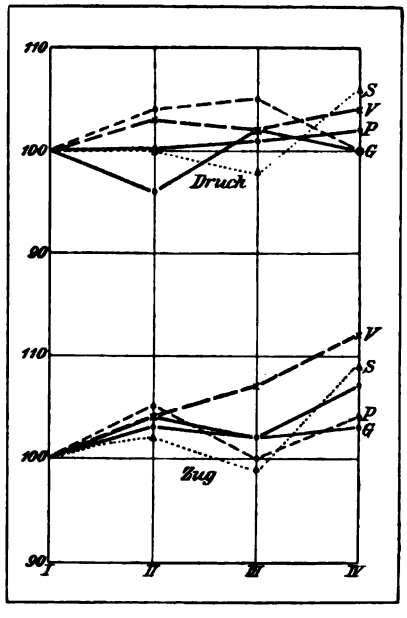


Fig. 7.
Einfluß der Körnung des Normalsandes auf Zug- und Druckfestigkeit.
Vier Versuchsstellen und ein Zement.

Diese Abweichungen können um so eher als unwesentlich angesehen werden, als sie den zulässigen Fehlergrenzen nahe liegen und als Normalsande mit so unrichtiger Körnung wie die Mischung IV niemals in den Handel kommen werden. Es sei daran erinnert, daß die Mischung IV in Wirklichkeit nicht 10 % zu feines Korn, wie beabsichtigt war, sondern 27 % zu Feines enthielt. Aber selbst bei Verwendung so unrichtig gekörnter Normalsande zur Prüfung eines Zementes wie die Mischungen II, III und IV würde keine Schädigung der Interessenten durch zu niedrige Festigkeitsergebnisse bewirkt werden können, da diese Mischungen im Mittel sämtlich höhere Festigkeitszahlen geliefert haben, als der ursprüngliche Normalsand I, der allerdings auch schon zu viel Feines enthielt.

Nach den Ergebnissen der Versuchsreihen 1 und 2 gelangte die Kommission zu dem Beschlusse:

[1]) Die Abweichungen in den Druckfestigkeitsziffern der Versuchsstellen G und P führt ein Kommissionsmitglied auf die Verwendung von Hebeldruckpressen an Stelle der Amslerschen Pressen zurück.

„Der Normalsand darf bis zu 10 % feine Sandkörner enthalten, die durch das 120-Maschensieb fallen und bis zu 2 % Sandkörner, die auf dem Sieb von 60 Maschen liegen bleiben."

Daß die gestellten Bedingungen in bezug auf zulässige Schwankungen in den Körnergrößen des Normalsandes leicht erfüllt werden können, auch wenn die neuen gelochten Blechsiebe zur Kontrolle benutzt werden, zeigen die Tabelle 3 und 4.

Alle die Vorproben in Tab. 4, welche mit den ersten Erzeugnissen der Freienwalder Chamottefabrik angestellt worden sind, haben gezeigt, daß diese Firma ohne besondere Schwierigkeit die gestellten Bedingungen in bezug auf Körnergröße des Sandes zu erfüllen vermochte. Nach Ausweis der Tabelle 4 sind erst in zwei Fällen der — wie weiter unten (S. 42) ausgeführt werden wird — sehr eingehenden und scharfen Kontrolle — die zulässigen Grenzen in bezug auf Körnergröße um ein geringes überschritten worden.

B. Körnerbeschaffenheit.

Für die Beschaffenheit der Körner des Sandes ist die Fundstelle ausschlaggebend. Beobachtung und Erfahrung haben gezeigt, daß die Körner des tertiären Quarzsandes von

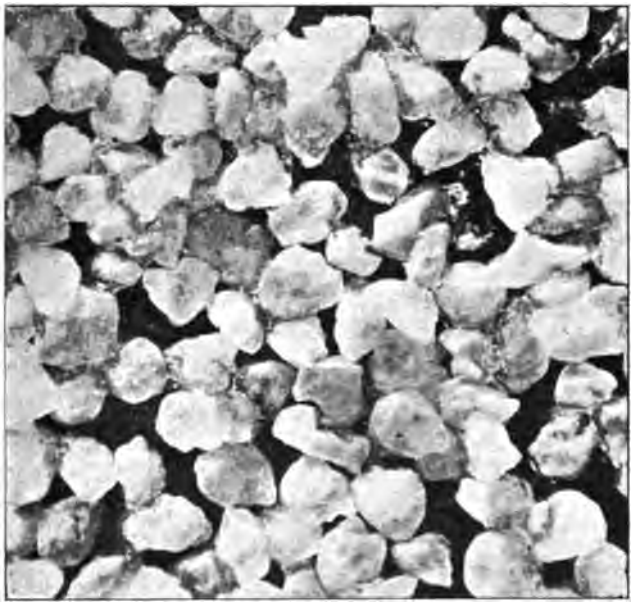


Fig. 8.
Preußischer Normalsand in 10facher Vergrößerung.

Freienwalde sowohl was ihre Form als was ihre Oberflächenbeschaffenheit anbelangt stets dasselbe charakteristische Aussehen zeigen, welches den Sand deutlich von den Normalsanden anderer Länder und anderer Fundorte unterscheidet [1]). Das Lichtbild Fig. 8 stellt die Körner des Sandes in 10facher linearer Vergrößerung dar.

Änderungen in der Körnerform und in dem Verhältnis des groben Kornes zum feinen würden sich zuerst in den Raumgewichten der Sande bemerkbar machen; durch zweijährige

[1]) Vergl. Gary: „Normalsande" Mitteilungen 1898, S. 121.

Tabelle 19. Raumgewichte von 13 Normalsanden des Handels.

Normalsande der Versuchsanstalt.
Mittelwerte aus je 3—10 Versuchen.

Normalsand der Lieferung vom	Litergewicht eingelaufen R_l kg	Litergewicht eingerüttelt R_r kg	Spezifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $u_r = 1 - \frac{R_r}{s}$ berechnet	Undichtigkeitsgrad gemessen
16. Nov. 1896	1,390	1,683	2,641	0,637	0,363	0,344
4. Juni 1897	1,409	1,692	2,644	0,640	0,360	0,360
2. Juli 1897	1,403	1,695	2,641	0,642	0,358	0,362
3. Juli 1897	1,398	1,680	2,646	0,635	0,365	0,364
23. Juli 1897	1,402	1,680	2,647	0,635	0,365	0,342
4. Sept. 1897	1,403	1,683	2,647	0,636	0,364	—
10. Okt. 1898	1,403	1,687	—	—	—	—
18. Okt. 1898	1,413	1,694	2,653	0,639	0,361	—
11. Nov. 1898	1,413	1,695	2,660	0,637	0,363	—
	1,414	1,695	2,662	0,637	0,363	—
	1,418	1,695	2,654	0,639	0,361	—
25. Juli 1899	1,412	1,682	2,665	0,631	0,369	—
30. Nov. 1899	1,405	1,689	2,647	0,638	0,362	—
8. Mai 1900	1,402	1,680	2,657	0,632	0,368	—
28. Juni 1901	1,404	1,684	2,661	0,633	0,367	—

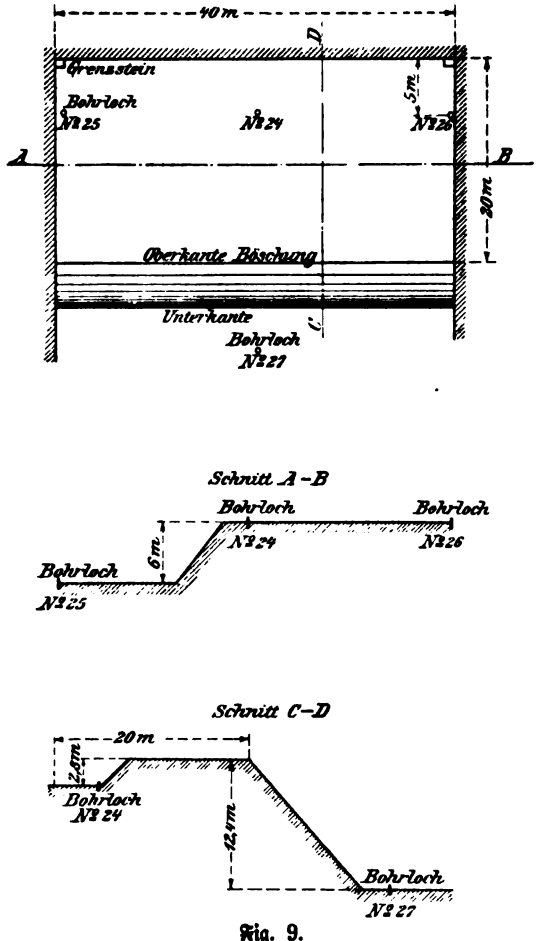


Fig. 9.
Situation der Normalsandgrube im April 1899.

Kontrolle der Sande von Schiffmühle und von Hammerthal ist indessen festgestellt worden, daß sowohl die Litergewichte als auch der Undichtigkeitsgrad der Sande des Handels nur in sehr engen Grenzen schwanken, wie ein Blick auf die Tabelle 19 lehrt.

Da nun für die künftige Sandgewinnung ein nur zu diesem Zwecke benutztes Flötz abgesteckt ist, dessen gleichmäßige Beschaffenheit durch Bohrungen festgestellt wurde (Fig. 9), so können auf eine lange Reihe von Jahren hinaus gleichbleibende Eigenschaften des Normalsandes in bezug auf Form und Oberfläche der Körner gewährleistet werden.

C. Reinheit des Sandes.

Der Rohsand aus der Grube Hammerthal in Freienwalde enthält bis zu 1,86 % abschlämmbare Bestandteile. [1]) Diese Menge toniger Substanzen ist groß genug, um die Festigkeitsergebnisse zu beeinflussen, der Sand muß daher — wie bisher — bei der Fabrikation des Normalsandes gewaschen werden. Es schien leicht, den Sand damit auf den gewünschten Reinheitsgrad zu bringen.

[1]) Mitteilungen 1898, S. 40.

Bereits früher[1]) war nachgewiesen, daß Normalsand, der mit viel Wasser im Becherglase verrührt, eine starke Trübung des Wassers ergab, noch 0,09% abschlämmbare Bestandteile enthielt, gleichwohl keine anderen Druckfestigkeiten lieferte, als derselbe Sand sorgfältig mit Wasser gewaschen.

Erst Normalsand, aus ungewaschenem Rohsand der Grube Hammerthal abgesiebt, der im Mittel 0,45% Abschlämmbares enthielt, ergab Verschiedenheiten in der Festigkeit, gegenüber reinem Normalsand. Die mit ungewaschenem Sand hergestellten Proben zeigten um 2 bis 3% erhöhtes Gewicht, hatten also — wie zu erwarten war — die größere Dichtigkeit. Trotzdem war die Zugfestigkeit bei Anwendung von ungewaschenem Sand im Mittel um 12% geringer, die Druckfestigkeit dagegen um eben so viel höher, unzweifelhaft infolge der besseren Ausfüllung der Hohlräume bei Verwendung ungewaschenen Sandes und der Umhüllung der Quarzkörner mit toniger Substanz, welche die Haftung des Zementes am Sand beeinträchtigte[2]). Aus diesen Versuchen wurde s. Z. vorläufig geschlossen, daß die Menge des Abschlämmbaren im Normalsande nicht mehr als 0,09% betragen solle.

Im Jahre 1899 wurde erstmalig festgestellt, daß trotz der damals schon wesentlich verbesserten Sandfabrikation doch Normalsand in den Handel gelangt war, der sehr wesentlich geringere Festigkeiten lieferte, als der alte Normalsand. Herr F. M. Meyer gab an, dieser Sand unterscheide sich schon durch seine wesentlich dunklere Farbe. Wenn man ihn scharf mit Wasser anrühre, zeigten sich braune Flecken, wie es schien infolge organischer Substanzen.

Eine regelmäßige Kontrolle der Sandfabrikation bestand damals noch nicht, da die Unterlagen dafür noch nicht geschaffen waren und die Beunruhigung, welche die wechselnde Beschaffenheit des Sandes in der Industrie hervorrief, führte zu dem Vorschlag, die Beschaffung einer anderen Bezugsquelle für den Normalsand ins Auge zu fassen. Über die Ermittelungen nach dieser Richtung hin wird weiter unten berichtet. Zunächst handelte es sich um Feststellung der Ursachen der Unterschiede in dem Normalsand aus Freienwalde.

Um festzustellen, ob die verschiedenen Schichten des Sandlagers zu Hammerthal Normalsande liefern, welche zwar in Korngröße und Litergewicht übereinstimmen, aber verschiedene Festigkeiten ergeben, entnahm die Versuchsanstalt in Ausführung eines Kommissionsbeschlusses am 15. und 16. März 1899 aus der im Abbau befindlichen Grubenwand 4 Proben Rohsand. Zur Kenntlichmachung der Entnahmestellen und insbesondere um die Höhenlage der einzelnen Stellen so zu bestimmen, daß später ein Wiederauffinden der in gleicher Höhe liegenden Schichten möglich war, wurden folgende Maßnahmen getroffen.

Seitwärts in etwa $^2/_3$ Höhe der Grubenwand wurde ein Pfahl festgerammt und dessen Standort auf dem Lageplan der Grube mit x bezeichnet. Von diesem Pfahl aus wurde über die Breite der Grubenwand eine Horizontale abgesteckt. (Vergl. das Lichtbild Fig. 10 und den Querschnitt Fig. 11.) Die Grubenwand wurde von oben herunter in einem 1 bis 2 m breiten Streifen und in einem Winkel von annähernd 45° abgestochen und das hierbei gewonnene Material mit Hilfe einer Schurre entfernt, so daß der Sand eine möglichst glatte Fläche bildete, welche den Verlauf der Schichtungen deutlich erkennen ließ.

Alsdann wurde der Böschungswinkel gemessen und in diesem Winkel ein Leinenband über die Schurre ausgespannt, auf welches ein Metermaßstab von der Senkrechten aus projeziert wurde. Der Standpunkt des Objektivs für die photographische Aufnahme wurde ebenfalls durch Horizontalprojektion auf das Band übertragen: er ist in dem Lichtbild mit A bezeichnet.

[1]) Mitteilungen 1898, S. 41.

[2]) Ebenda S. 40.

Nun wurden vier charakteristische Stellen der Grubenwand durch Papptafeln mit den Ziffern 1 bis 4 bezeichnet, und die Wand photographiert.

Von jeder der bezeichneten Stellen wurden 4 Sack Rohsand entnommen. Nr. 1 war mittelkörnig und ziemlich rein weiß; Nr. 2 grobkörnig, stark tonhaltig, gelb und braun verfärbt; Nr. 3 grobkörnig, tonhaltig, braun verfärbt; Nr. 4 mittelkörnig, ziemlich rein weiß.

Fig. 10.
Probenentnahme aus der Normalsandgrube Hammerthal am 16. März 1899.

Die sorgfältig bezeichneten Säcke wurden in die Fabrik geschafft. Dort wurden die 4 Säcke jeder Entnahmestelle in einen großen Trog entleert, der Rohsand gut durchgemischt und in zwei Haufen geschieden, von denen der eine für spätere Versuche wieder in zwei Säcke abgesackt und der andere zur Fabrikation von Normalsand benutzt wurde.

Zu diesem Zwecke wurde der Sand, jede Nr. einzeln auf einem 120-Maschensiebe gut gewaschen, auf dem Ofen getrocknet und in der üblichen Weise auf den Rüttelsieben der Fabrik abgesiebt. Hierbei ergaben

Nr. 1	122 kg	Rohsand	18 kg	Normalsand	gleich	14,8 %
Nr. 2	110 „	„	17,5 „	„	„	13,5 „
Nr. 3	114 „	„	29,0 „	„	„	25,5 „
Nr. 4	110 „	„	31,5 „	„	„	28,5 „

Der Normalsand wurde in reine Säcke gefüllt, die wieder mit 1 bis 4 bezeichnet waren, und versiegelt an die Versuchsanstalt geschickt.

Die Prüfung in der Versuchsanstalt ergab die in Tabelle 20 zusammengestellten Werte.

Tabelle 20. **Vergleich von vier Normalsanden, aus reinen und unreinen Schichten der Grube Hammerthal hergestellt am 15. und 16. März 1899.**

Sand Nr.	Litergewicht		s	u	Rückstand auf dem Drahtsiebe von Maschen			Glühverlust %	Festigkeit der 1 + 3 Mörtelproben kg/qcm			
	R_f	R_r			60	81	120		Zugfestigkeit 7 Tage	Zugfestigkeit 28 Tage	Druckfestigkeit 7 Tage	Druckfestigkeit 28 Tage
1. mittelkörnig weiß	1,421	1,687	2,646	0,362	0,7	37,0	94,0	0,10	15,6	24,3	150	232
2. grobkörnig gelb u. braun	1,415	1,684	2,655	0,366	4,0	57,0	98,0	0,11	17,3	24,1	149	232
3. grobkörnig tonhaltig braun	1,427	1,685	2,640	0,362	6,0	58,0	98,6	0,10	15,9	22,6	152	231
4. mittelkörnig weiß.	1,427	1,689	2,658	0,365	3,0	48,0	96,0	0,12	16,0	24,2	153	239

Tabelle 21. **Raumgewichte von Normalmörtelproben unter Benutzung von vier Rohsanden.**

Sand Nr.	Zugproben alt			Druckproben alt		
	1 Tag	7 Tage	28 Tage	1 Tag	7 Tage	28 Tage
1	2,289	2,303	2,332	2,220	2,242	2,254
2	2,289	2,332	2,347	2,217	2,242	2,252
3	2,274	2,303	2,318	2,223	2,245	2,262
4	2,303	2,332	2,347	2,225	2,248	2,254

Zu den Festigkeitsversuchen wurde normaler Rüdersdorfer Portlandzement des Handels verwendet, der raumbeständig war und auf dem 5000-Maschensiebe 15,8, auf dem 900-Maschensiebe nur 0,2 % Rückstand hinterließ.

Trotz der beträchtlichen Verschiedenheiten der Rohsande, die sich auch noch zum Teil in den Litergewichten und den Siebergebnissen bemerkbar machen, haben die Mörtelproben nahezu dieselben Festigkeitswerte geliefert. Für das gleichmäßige Fortschreiten der Erhärtung aller vier Sande sprechen auch die Raumgewichte der Probekörper, die in Tabelle 21 zusammengestellt sind.

Trotz des günstigen Ausfalles dieser Versuche wurde doch von Seiten der Interessenten vielfach an dem Glauben festgehalten,

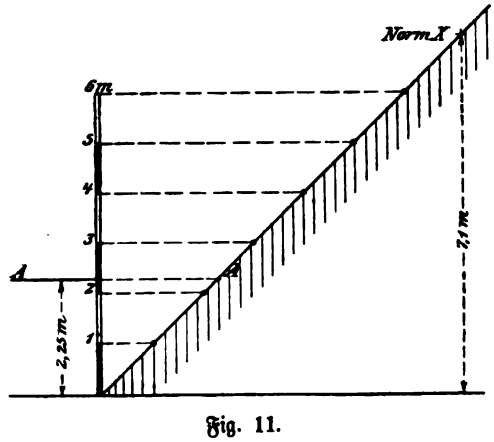


Fig. 11.

Profil der Normalsandgrube bei den Probenentnahmen am 16. März 1899.

daß der Normalsand von Freienwalde Verunreinigungen enthalte, die durch das übliche Waschverfahren nicht entfernt würden und zu ungleichmäßigen Festigkeitsergebnissen führen könnten.

Der Chemiker des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten Herr Dr. Wegner[1]) unternahm Versuche, Sande mit verunreinigter (fetter) Oberfläche künstlich darzustellen und ihre Einwirkung auf die Mörtelfestigkeit eines Zementes zu prüfen.

Er versetzte Sand mit $^1/_{10}$% Paraffin und mit $^1/_{10}$% Ichthyol und fand Analogien zwischen diesen Sanden und dem aus Braunkohlensand hergestellten Normalsande. Da diese Versuche aber nicht bewiesen, daß ähnliche Mengen von Fettstoffen auch in dem sorgfältig gewaschenen Normalsand erscheinen, konnten sie die Frage, ob die beobachteten Festigkeitsverminderungen tatsächlich auf Fettgehalt des Sandes zurückzuführen seien, nicht entscheiden.

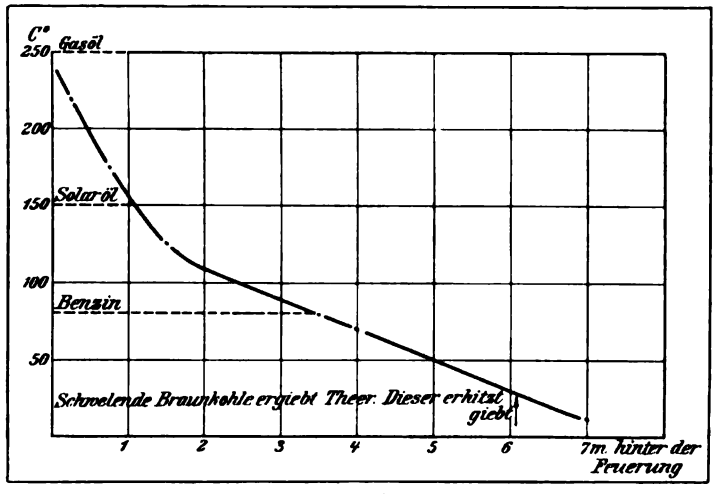


Fig. 12.
Wärme auf der Sanddarre, an verschiedenen Punkten gemessen.

Ähnliche Versuche, in der Versuchsanstalt ausgeführt[2]), lieferten außerdem ganz andere Ergebnisse.

Die Möglichkeit lag vor, daß die in den Freienwalder Gruben schichtenweise auftretenden Braunkohlenteilchen natürliche Zersetzungsprodukte an den Rohsand abgeben, die sich durch Waschen nicht entfernen lassen oder, daß, wie bei der früheren Fabrikation vorkam, die leichten Braunkohlenstückchen sich beim Ablassen des Wassers auf dem Sande ablagern und dann mit dem Sande auf die Darre gelangen, wo eine schnelle Zersetzung möglich war.

Bei der trockenen Destillation gibt Braunkohle bituminöse Dämpfe ab, die sich in der abgekühlten Vorlage als schmutzig brauner, meist schmalzartiger Teer niederschlagen. Aus diesem Teer destilliert dann der Reihe nach von ungefähr 80 C° an Benzin, über 150 C° Solaröl und über 250 C° Gasöl, Putzöl, Paraffinmasse, Schmieröl und Ähnliches, also schwerer flüchtige Öle. Als Rückstand bleibt Koks oder, wenn nicht alles abdestilliert wurde, Asphalt oder Pech.

Um über die Wärmeverhältnisse auf der Darre, die damals benutzt wurde, Aufschluß zu erhalten, hat die Firma Henneberg & Co. auf Wunsch der Versuchsanstalt die Temperatur an verschiedenen Stellen der Darre von der Feuerung an nach hinten zu gemessen. Fig. 12

[1]) Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Zementfabrikanten 1900, S. 71 u. f.
[2]) a. a. O. S. 75.

stellt die Kurve der Wärmeabnahme nach dem hinteren Teil der Darre dar. Ungefähr der siebente Teil der Darre wird danach über 150 C° erwärmt und würde Solaröl, also ein fettes Öl, destillieren können.

Von dem vorher abgehenden leicht flüchtigen Benzin kann angenommen werden, daß es sich nicht auf dem Sande niederschlägt. Nun wurde in der Versuchsanstalt der Vorgang auf der Darre nachgeahmt, gut gewaschener Normalsand mit Braunkohlenfasern und Wurzelstückchen vermischt auf einer eisernen Darre ausgebreitet und auf etwa 250 C° erhitzt. Die Untersuchung ergab in der Tat ölige Bestandteile. Aber auch der gewaschene, in jeder Hinsicht, auch in bezug auf Festigkeitsergebnisse tadellos befundene Sand wies noch 0,003 % Fettsubstanzen auf. Dieselben Fettmengen zeigten zwei in der Praxis beanstandete Sande, die auffallend geringe Festigkeiten ergeben hatten. Das schien dafür zu sprechen, daß die Ursachen der Unterschiede in den Festigkeiten nicht in den sehr geringen Mengen von öligen Bestandteilen zu suchen sind.

Um festzustellen, wie große Mengen solcher Bestandteile im ungünstigsten Falle als Destillationsprodukt der Braunkohle in dem Sand enthalten sein können, wurde stark braunkohlenhaltiger Rohsand auf einem Sandbade erhitzt und die abgehenden Dämpfe wurden durch eine mit reinem Sand gefüllte Vorlage geleitet. Nach vierstündiger Destillation wies der reine Sand einen teerigen stechenden Geruch auf und lieferte beim Ausziehen mit Benzol 0,04 % fettige Bestandteile, also zehnmal so viel, als in den beanstandeten Sanden gefunden wurde, aber immer noch bedeutend weniger als Dr. Wegner bei seinen Versuchen benutzte.

Vergleichende Versuche lieferten die in Tab. 22 verzeichneten Ergebnisse.

Tabelle 22. **Vergleich reiner und künstlich gefetteter Normalsande.**

Normalsand-Lieferung	Zustand des Normalsandes	Zug		Druck	
		7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
vom 25. Juli 1899	wie angeliefert	19,8	23,8	176,9	243,1
vom 30. Nov. 1899	wie angeliefert (viel grobe Körner)	18,9	25,2	177,8	251,1
	mit Wurzelfasern u. Braunkohlenstückchen auf Blechplatte bei 200 bis 300 C° gedarrt	19,5	26,5	Zur Herstellung von Druckproben reichten die Sandmengen nicht aus.	
	mit den Destillaten der Braunkohle getränkt	19,2	25,9		

Hiernach hat sich keine Festigkeitsverminderung durch die Fettsubstanz nachweisen lassen.

Dr. Wegner hat darauf nochmals vergleichende Versuche mit reinem und unreinem Normalsand aus braunem Rohsand der Freienwalder Grube angestellt (unten kurz als brauner Normalsand bezeichnet) und folgende Festigkeiten gefunden:

	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Reiner Normalsand	15,5	20,8	—	224
Brauner Normalsand	10,8	13,9	—	191
Differenz	—4,7	—6,9	—	—33

Abgesehen von der allgemeinen Beobachtung, daß sich die geringere Qualität hauptsächlich in der Zugfestigkeit bemerkbar macht, weniger in der Druckfestigkeit, decken sich diese Versuchs-

Tabelle 23. Chemische Zusammensetzung des Normalsandes.

Die Zahlen bedeuten Prozente des Sandgewichtes.

Lieferung vom	Abschlämmbare Bestandteile (in Salzsäure unlöslich)	In Salzsäure lösliche Bestandteile	Kalk	Tonerde, Kieselsäure, Eisenoxyd	Glühverlust
			in Salzsäure gelöst		
16. Nov. 1896	0,048	—	0,013	—	0,090
4. Juni 1897	0,058	0,055	0,022	0,033	0,087
2. Juli 1897.	0,021	0,032	0,009	0,023	0,083
3. Juli 1897	0,022	0,037	0,007	0,027	0,084
23. Juli 1897	0,009	0,031	0,012	0,002	0,073
4. Sept. 1897	0,037	0,028	0,010	0,018	0,092
18. Okt. 1898.	0,060	0,041	0,018	0,023	0,100
11. Nov. 1898	Spuren	0,030	0,011	0,019	0,120
	Spuren	0,042	0,020	0,022	0,110
	Spuren	0,042	0,016	0,026	0,110
25. Juli 1899	Spuren	0,035	0,011	0,024	0,110
3. März 1899	Spuren	0,037	0,019	0,018	0,130

ergebnisse nicht mit denen der Versuchsanstalt. Die Frage des Einflusses der aus Braunkohlenteilchen stammenden Fettstoffe ist somit unentschieden geblieben, aber gegenstandslos geworden, nachdem bei der Gewinnung des Rohsandes die braunen Schichten sorgfältig ausgehalten wurden und das Trockenverfahren derart geändert ist, daß Überhitzung des Sandes ausgeschlossen ist.

Chemische Zusammensetzung.

Abgesehen von den mechanischen, durch Schlämmen und Waschen größtenteils zu entfernenden Verunreinigungen muß guter Normalsand auch in der chemischen Zusammensetzung seiner Körner, in der Gesteinsmasse, derselbe bleiben. Er darf keine Bestandteile, wie etwa kohlensaurer Kalk, in größeren Mengen enthalten, welche die Festigkeitsergebnisse erheblich beeinflussen. Auf die Bedeutung dieses Punktes und auf die daraus entspringende Notwendigkeit, den Sand aus einer und derselben Grube zu beziehen und diese Grube dauernd zu kontrollieren, habe ich bereits früher hingewiesen[1]).

Nach dieser Richtung hin sind die Normalsande des Handels in der Versuchsanstalt seit längerer Zeit kontrolliert worden. Die Ergebnisse der Versuche enthält Tab. 23. Sie zeigen, daß in 7 untersuchten Sanden nicht nur die Menge der abschlämmbaren Bestandteile, sondern auch die Menge des in Salzsäure Löslichen, namentlich des schädlichen Kalkes, außerordentlich gering gewesen ist, und daß der Glühverlust des Normalsandes nie mehr als 0,1 % betragen hat.

Daraus rechtfertigt sich der Beschluß der Kommission, nach dem der deutsche Normalsand mindestens 99% SiO_2 enthalten soll.

Sande aus anderen Fundorten.

Zu der Zeit, als die Industrie durch die vereinzelt vorgekommene Lieferung mangelhaften Normalsandes aus Freienwalde lebhaft beunruhigt wurde, tauchten wiederholt Vorschläge auf, den Rohsand aus anderen Fundorten zu beziehen um zu gleichmäßigeren und höheren Festigkeitsergebnissen zu kommen.

In Vorschlag kamen:

Rheinsand,

der Schweizer Normalsand,

[1]) Über die Ursachen der Abweichungen . . . Mitteilungen 1898, S. 42 u. f.

Tabelle 24. **Dyckerhoff: Ersatz des Normalsandes durch Rheinsand.**

Zugfestigkeit kg/qcm	1 Zement 4 Normalsand	1 Zement 4 Rheinsand	Differenz
7 Tage alte Proben	15,6	20,1	+ 4,5
28 „ „ „	18,1	24,7	+ 6,6
90 „ „ „	21,8	30,0	+ 8,2
5 Proben wiegen	786 g	827 g	41 g

Tabelle 25. **Lüdemann: Vergleichende Versuche mit Bernburger Sand und Zement.**

Datum der Proben Zugfestigkeit kg/qcm	Berliner Normalsand		Baalberger Sand normal gesiebt	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
16. Juni bis 19. August 1897	15,4	21,4	19,1	24,2
14. November bis 7. Dezember 1899 . .	16,7	21,4	19,9	25,7

der österreichische Normalsand,
Sand aus der Nähe von Bernburg,
Sand aus Grünstadt in der Pfalz.

Der Vorstand des Zementfabrikanten-Vereins richtete außerdem an sämtliche Mitglieder das Ersuchen, sie möchten Quarzlager nachweisen, welche sich zur Herstellung von Normalsand eignen, aber ohne greifbaren Erfolg.

Gegen den Rheinsand, der in der Nähe von Heidelberg aus dem alten Rheinbett in großen Mengen gewonnen werden kann, wurde eingewendet, daß er neben Quarzsand zum großen Teil aus Feldspattrümmern, Kalkstein usw. besteht und wechselnde Zusammensetzung zeigt. Welchen Einfluß die wechselnde Zusammensetzung auf die Festigkeitsergebnisse ausübt, ist bereits früher bewiesen an Rheinsand, Pfälzer Sand und Sand aus Freienwalde[1]).

R. Dyckerhoff, der normalkörnigen Sand aus dem Rheine seit Jahren zur Fabrikkontrolle benutzt, fand in einem Falle[2]) mit der Mischung 1 : 4 die Festigkeitswerte der Tab. 24.

Auch der Schweizer Normalsand besteht vorwiegend aus Feldspat- und Kalksteintrümmern, hat sehr wechselnde Zusammensetzung und wird in so geringen Mengen gewonnen, daß er kaum für die Schweizer Bedürfnisse ausreicht.

Ähnliches ergab sich für den österreichischen Normalsand, zu dessen Erforschung die Sandkommission, der sich der Berichterstatter angeschlossen hatte, eigens eine Reise nach Galizien unternahm[3]). Der Sand wird in der Nähe von Lemberg, bei Glinsko in dem Tale der Skarzana gewonnen, ist ein reiner Quarzsand, frei von Kalk und anderen Unreinigkeiten, kommt aber in so kleinen Nestern vor, und wird auf so primitive Weise von den benachbarten Bauern gewonnen, daß an eine größere Ausbeute gleichmäßigen Sandes nicht gedacht werden konnte.

Der von Herrn Lüdemann angebotene Baalberger Sand aus der Nähe von Bernburg enthielt Feldspat in beträchtlichen Mengen. Bei vergleichenden Versuchen ergab der Sand mit Bernburger Zement die Festigkeitswerte der Tab. 25.

[1]) Protokoll 1898, S. 51.
[2]) Protokoll 1901, S. 72.
[3]) Vergl. Mitt. 1898, S. 43 u. f.

Tabelle 27. **Zusammenstellung der Ergebnisse vergleichender Versuche mit Freien-**
Zement A. Die in der Tabelle enthaltenen

Versuchs-Nr.	Freienwalder Normalsand				Grünstädter normalkörniger Sand			
	Zugfestigkeit kg/qcm		Druckfestigkeit kg/qcm		Zugfestigkeit kg/qcm		Druckfestigkeit kg/qcm	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
1	20,2	21,6	193,6	255,2	25,5	30,3	231,2	322,8
2	17,9	22,4	187,2	236,0	23,2	24,6	232,8	294,0
3	18,1	20,8	198,0	256,0	21,8	31,9	224,0	318,8
4	17,8	23,0	192,8	248,4	27,5	31,7	222,0	298,4
5	17,4	21,1	200,0	260,0	23,1	28,1	234,0	(188,0) [1]
6	17,5	21,8	196,0	242,8	25,3	27,4	226,4	307,6
7	18,4	22,5	194,4	236,0	26,7	26,3	228,0	330,0
8	17,0	22,3	191,2	243,6	27,5	30,1	218,8	278,0
9	16,2	23,1	189,2	247,2	27,8	30,9	240,0	301,2
10	19,2	21,4	184,0	254,4	21,2	28,1	221,2	306,8
11	17,2	22,7	189,6	248,8	27,4	25,0	228,0	316,0
12	16,4	22,2	183,6	255,2	21,4	28,0	218,0	320,0
13	17,9	22,0	184,0	247,2	21,5	30,2	242,0	313,6
14	17,7	23,1	196,8	262,0	21,4	30,8	246,0	314,0
15	18,6	23,1	186,0	264,0	24,2	31,3	224,0	313,2
Mittel	**17,8**	**22,2**	**191,1**	**249,3**	**24,4**	**29,0**	**229,1**	**309,6**
Verhältniszahlen	100	100	100	100	137	131	120	124

Auch dieser Sand lieferte also andere Werte als der alte Normalsand. Von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebracht wurde der Grünstädter Sand. Dieser ist deshalb von der Sandkommission eingehend untersucht worden, nachdem die Kommission an Ort und Stelle ermittelt hatte, daß dieser Sand als Abfallprodukt der Kaolin-Schlämmerei in wechselnden Mengen gewonnen wird[2]).

Die Kommission hat einen Eisenbahnwaggon dieses Sandes bezogen und ihn geprüft, nachdem er an verschiedene Versuchsstellen verteilt war.

Die Ergebnisse dieser Versuche enthält Tab. 26. Außerdem sind die in der Versuchsanstalt gefundenen Werte und die daraus berechneten Verhältniszahlen in Tab. 27 einander gegenüber gestellt.

Später hat auch noch Dr. Wegner[3]) vergleichende Versuche zwischen Freienwalder Normalsand und normalkörnigem Sand aus Grünstadt angestellt.

Er fand für Normalsand nach 28 Tagen Zugfestigkeit 20,8, Druckfestigkeit 224 kg/qcm. Für Grünstädter Sand Zugfestigkeit 30,5, Druckfestigkeit 240 kg/qcm.

Diese Versuchsergebnisse, und die bereits von der Versuchsanstalt veröffentlichten[4]) zeigen durchgängig, daß der Sand, der aus Grünstadt kommt, höhere Festigkeiten liefert, als der Freienwalder, aber nicht gleichmäßig, sondern wechselnd. Das wird zum Teil auf die wechselnde Zusammensetzung des Grünstädter Sandes, zum Teil aber auch auf die Körnerbeschaffenheit zurückgeführt.

---

[1]) Anscheinend fehlerhafte Probe, von der Bildung des Mittelwertes ausgeschlossen.

[2]) Protokoll 1900 S. 88 und 102.

[3]) Protokoll der Verhandlungen 1901, S. 81.

[4]) Mitteilungen 1898, S. 44.

walder Normalsand und Grünstädter normalkörnigem Sand in der Versuchsanstalt.
Zahlen bedeuten kg/qcm. Zement B.

Versuchs-Nr.	Freienwalder Normalsand				Grünstädter normalkörniger Sand			
	Zugfestigkeit kg/qcm		Druckfestigkeit kg/qcm		Zugfestigkeit kg/qcm		Druckfestigkeit kg/qcm	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
1	15,7	21,9	138,0	174,0	19,3	27,1	174,0	214,0
2	15,8	20,7	137,6	178,6	24,6	30,3	165,2	212,8
3	16,3	19,5	134,8	168,8	21,8	27,8	172,0	202,0
4	15,6	21,9	140,0	184,4	19,9	28,2	170,4	238,4
5	15,7	22,5	136,8	170,8	20,6	26,1	156,0	226,0
6	15,2	21,2	140,4	164,8	19,9	24,5	168,0	225,6
7	15,9	22,6	136,4	174,0	19,4	26,9	162,0	228,4
8	13,6	22,1	126,0	172,0	18,8	29,8	162,0	(176,0) [1]
9	14,6	21,9	142,0	176,0	23,8	28,0	178,4	205,6
10	14,3	21,5	135,6	182,0	20,4	24,8	160,0	233,2
11	16,1	21,6	146,0	172,8	17,8	26,8	156,0	204,4
12	15,8	21,5	142,0	189,2	19,8	27,0	148,8	210,0
13	16,2	22,3	133,2	172,8	19,2	25,6	158,4	220,4
14	15,6	21,5	147,0	182,0	22,5	30,1	184,0	(170,0) [1]
15	15,5	22,9	137,6	186,0	20,9	27,8	158,0	226,0
Mittel	15,5	21,7	138,2	176,2	20,6	27,4	164,9	219,0
Verhältniszahlen	100	100	100	100	133	126	119	124

Tabelle 26. Parallelproben zwischen normalkörnigem Sand aus Freienwalder Rohsand und Grünstädter Rohsand.
Alle Mörtel sind mit 9 % Wasser angemacht.

Versuchsstelle	Zementmarke	Normalsand hergestellt aus Rohsand von			
		Freienwalde	Grünstadt	Freienwalde	Grünstadt
		Zugfestigkeit 1:3			
		nach 7 Tagen		nach 28 Tagen	
Dr. Goslich Mittel aus 10 Körpern	A	—	—	28,0	34,8
	B	—	—	23,9	28,4
	C	—	—	28,8	36,4
Meyer	D	11,4	14,4	19,6	25,2
	E	14,0	14,1	17,7	22,0
Paulsen Mittel aus 10 Körpern	F	18,6	24,9	23,6	32,8
	G	16,5	23,7	21,5	29,6
	H	19,2	24,7	24,7	29,3
Versuchsanstalt Mittel aus 15 Körpern	I	17,8	24,4	22,2	29,0
	K	15,5	20,6	21,7	27,4
		Druckfestigkeit 1:3			
		nach 7 Tagen		nach 28 Tagen	
Dr. Goslich Mittel aus 10 Körpern	A	—	—	254,3	268,5
	B	—	—	182,8	198,5
	C	—	—	240,0	280,3
Meyer 9,25 % Wasser	D	118,0	117,0	158,0	162,0
	E	123,0	137,0	167,0	180,0
Paulsen Mittel aus 10 Körpern	F	181,6	208,8	222,2	257,8
	G	162,6	192,4	225,6	249,4
	H	156,8	193,6	231,8	253,8
Versuchsanstalt Mittel aus 15 Körpern	I	191,1	229,1	249,3	309,6
	K	138,2	164,9	176,2	219,0

Die Freienwalder Quarzkörner sind etwas zackig (vgl. Fig. 6), die Grünstädter stellen kleine Linsen dar, welche sich dichter aneinander lagern. Infolgedessen sind auch die Litergewichte des Grünstädter Sandes höher als die des Freienwalder (Tab. 28).

Tabelle 28. **Raumgewichte von normalkörnigen Sanden.**

Versuchsstelle	Normalsand von Freienwalde		Normalkörniger Sand von Grünstadt	
	1 Liter festgerüttelt	Hohlräume in 1 Liter festgerüttelt	1 Liter festgerüttelt	Hohlräume in 1 Liter festgerüttelt
Dr. Goslich	1,610 kg	0,397 l	1,700 kg	0,365 l
Paulsen	1,635 kg	0,365 l	1,705 kg	0,350 l
Versuchsanstalt	1,690 kg	0,362 l	1,746 kg	0,342 l

Wenn man also den Normenmörtel nach Gewichtsteilen mischt, kommt von dem Grünstädter Sand weniger in die Mischung, sie wird fetter. Da außerdem der festgerüttelte Grünstädter Sand weniger Hohlräume aufweist als der Normalsand, ist zur Füllung der Hohlräume in Grünstädter Sand weniger Zement erforderlich. Auch hierdurch erhöht sich die Festigkeit bei gleicher Zementmenge.

Durch die Versuche war also bewiesen, daß der aus Grünstadt gewonnene Sand wesentlich andere Eigenschaften aufwies als das Freienwalder Vorkommen und daß mit dessen Einführung die Grundlagen des normenmäßigen Prüfungsverfahrens in Preußen völlig verändert werden würden.

Gegen die Wahl des Grünstädter Sandes wendete außerdem die Versuchsanstalt ein, daß die Normen die Verwendung eines möglichst reinen Quarzsandes vorschreiben, der Grünstädter Sand aber Feldspat und Kalk in wechselnden Mengen enthielt. Er ist außerdem ein Nebenprodukt der Kaolinschlämmerei und es liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß die Kaolinablagerungen in sich gleichmäßiger und weniger veränderlich sind, als die Ablagerungen des tertiären Sandes von Freienwalde. Schließlich war zu befürchten, daß, da der Wert des Normalsandes den des Kaolins wesentlich übersteigt (in Berlin kosten 100 kg Kaolin 6,60 Mk., 100 kg Normalsand 10 Mk.), bei der Fabrikation von Normalsand in der Grünstädter Kaolinschlämmerei die Waschung leicht nicht sorgfältig genug durchgeführt, und dann infolge anhaftender Tonteilchen die Festigkeit der Mörtelproben unkontrollierbar beeinflußt werden könnte.

Aus allen diesen Gründen entschloß sich dann die Sand-Kommission von der Verwendung dieses Sandes und aller anderen abzusehen und das Augenmerk auf die einwandsfreie Fabrikation des Sandes in Freienwalde zu richten.

Demzufolge ist zwischen dem Verein deutscher Portland-Zement-Fabrikanten und der Versuchsanstalt unter Zustimmung des vorgesetzten Herrn Ministers vereinbart worden, an dem Normalsand aus der Grube Hammerthal zu Freienwalde vorläufig festzuhalten und seine Gewinnung durch folgende Festsetzung zu regeln:

> Der Normalsand wird bis zur Schaffung eines anderen Normalsandes aus tertiärem Quarzsand eines bestimmten Flözes der Freienwalder Grube Hammerthal durch Waschen und Sieben gewonnen.
>
> Der Normalsand soll mindestens 99 % SiO_2 und nicht mehr als 0,1 % abschlämmbare Teile enthalten.
>
> Seine Körner sollen durch kreisrunde Löcher von 1,35 mm fallen und auf kreisrunden Löchern von 0,775 mm liegen bleiben. Die Bleche der Kontrollsiebe sollen

0,25 mm dick sein. Bei der Kontrolle mit diesen Sieben dürfen nicht mehr als 2 % zu grobe und 10 % zu feine Körner zugelassen werden. Die Kontrolle geschieht durch die Königliche Versuchsanstalt zu Charlottenburg. Der Sand wird in Säcken abgegeben, die mit der Plombe der Versuchsanstalt geschlossen sind.

Über die Art der Kontrolle und ihre Ergebnisse wird weiter unten berichtet.

II. Die Herstellung des neuen Sandes aus der Grube Hammerthal bei Freienwalde.

a) Fabrikationsversuche.

Wie bereits aus vorstehenden Ausführungen hervorgehen dürfte, hat die anscheinend so einfache Beschaffung gleichmäßigen Normalsandes recht erhebliche Schwierigkeiten gemacht und es hat einer ganzen Anzahl von Fabrikationsänderungen bedurft, bis die Ergebnisse befriedigten. Da die fehlgeschlagenen Versuche auch für eine in der Zukunft etwa vorzunehmende Veränderung des Normalsandes von Bedeutung sind, sollen sie hier kurz Erwähnung finden, so weit dies nicht etwa schon geschehen ist.

Der erste Normalsand wurde in der Stettiner Portland-Zementfabrik zu Züllchow aus dem Quarzsande hergestellt, den die Fabrik für ihre Röhrenfabrikation aus der Grube Schiffmühle bei Freienwalde a. O. bezog. Der Bedarf war gering und die Absiebung erfolgte auf einem Schaukelsiebe, welches von zwei Mann bedient wurde. Auch gewaschen wurde der Sand von Hand. Als der Bedarf an Normalsand größer wurde und die Fabrikation an die Firma Henneberg & Co. in Freienwalde überging, versuchte man zunächst zur Vereinfachung des Verfahrens das Waschen und Sieben gleichzeitig in ein- und demselben maschinell bewegten Apparat, einem Zylindersieb vorzunehmen, in dem die beiden Siebe konzentrisch angeordnet waren. Der äußere Zylinder trug das 120- der innere das 60-Maschensieb. Der Apparat versagte vollkommen. Selbst mit Hülfe sehr starker Wasserspülung durch das Innensieb gelang es weder den Sand reinzuwaschen, noch die Verstopfung der Siebporen zu verhindern, noch Sand von gleichmäßigem Korn herzustellen. Binnen kurzer Zeit war das Sieb vollgesetzt und lieferte dann nichts mehr. Siebung und Waschung mißlangen beide, man mußte also auch nach einem neuen Waschapparat und nach einem neuen Siebverfahren suchen. Erst nach mehrfachen vergeblichen Versuchen gelang es den Herren Dr. Goslich und Paulsen einen solchen Apparat eigens für den Zweck einzurichten und ihm eine inzwischen von Henneberg & Co. konstruierte, sehr geeignete Trockeneinrichtung anzupassen. Anfangs wurde die Trocknung auf einer gewöhnlichen Plandarre aus Chamotteplatten vorgenommen, wobei leicht eine Überhitzung des Sandes eintrat, und, wie bereits vorn erwähnt, die Zersetzung der im Sand vorkommenden Braunkohlenteilchen sich nicht vermeiden ließ. Beim Glühendwerden des Sandes wurden auch die Sandkörner opak, spröde und zersprangen dann sehr leicht.

Der neue Trockenapparat vermeidet die Überhitzung.

Für die Siebung war beabsichtigt, pendelnd aufgehängte, durch Stöße erschütterte Plansiebe zu verwenden, wobei sich bald zeigte, daß diese mit einem anderen Gewebe bespannt werden mußten, als das Wippsieb aufwies, weil die Körnungen anders ausfallen, wenn die Körner über eine schräge Gewebefläche gleiten, als wenn sie auf einem nahezu horizontalen Gewebe tanzen.

Die empirische Erprobung der Siebe, welche schließlich das richtige Korn lieferte, hat beträchtliche Zeit in Anspruch genommen.

Die vielfachen Versuche mit dem Sande, von denen in den vorangehenden Blättern nur ein Teil bekannt gegeben ist, festigten in der Kommission die Überzeugung, daß selbst die voll-

kommenste Wasch-, Trocken- und Siebeinrichtung noch keinen gleichmäßigen Sand liefern würde, wenn nicht dafür gesorgt wird, daß die Gewinnung des Sandes stets aus den gleichen Schichten desselben Flözes vor sich geht. Das bedingte eine ständige Kontrolle des Abbaubetriebes und der Fabrikationsverfahren.

Die Versuchsanstalt übernahm es, fortlaufend darüber zu wachen, daß der Rohsand in der von der Sandkommission des Vereins gemeinsam mit ihr festgesetzten Weise gewonnen und verarbeitet wird, und daß kein Normalsand in den Handel kommt, der dieser Kontrolle nicht unterworfen gewesen ist und der nicht die gestellten Bedingungen erfüllt hat.

Über die Art und Ausführung dieser Kontrolle wird weiter unten berichtet.

Beim Abbau des für den Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten reservierten Sandflözes (Fig. 9) wird jetzt nach dem Ergebnis vorher angestellter, sorgfältiger Bohrversuche derart verfahren, daß der Sand in Bänken gewonnen wird und dabei die braunen Schichten ausgehalten und weggeworfen werden, obgleich durch ihre Prüfung in der Versuchsanstalt nachgewiesen ist (vergl. S. 33, Tab. 22), daß auch aus ihnen guter Normalsand hergestellt werden kann.

Der brauchbare helle Rohsand wird in einem großen Haufen von etwa 400 cbm in der Grubensohle übereinander geschichtet und dann senkrecht von einer Seite an abgestochen und verarbeitet. Ein solcher Haufen Sand reicht für etwa ein Jahr.

Auf diese Weise gelingt es, schon den Rohsand gut zu mischen und unter nochmaliger Mischung des fertigen Produkts einen völlig gleichmäßigen Sand herzustellen, der im Laufe der letzten Jahre vonseiten der Verbraucher niemals beanstandet worden ist.

b) Das neue Herstellungsverfahren.

Das Verfahren ist jetzt folgendes: Der Rohsand wird in der von den Herren Paulsen und Dr. Goslich konstruierten periodisch arbeitenden Waschmaschine[1]) gewaschen, die aus einem offenen Trog mit einer Messerwelle besteht. Die Welle dreht sich 120 mal in der Minute, mit Absicht so schnell, damit der Sand sich nicht auf dem Boden ablagern kann, und eine Art Emulsion von Sand in Wasser entsteht.

Das Waschwasser tritt am einen Ende der Trommel mit Hilfe eines Rohres ein, welches bis fast auf den Boden führt, passiert dann den Trog und den Sand und fließt oben ab. Damit wird erreicht, daß Wurzelfasern, Braunkohlenteilchen und anderer Schmutz an der Oberfläche abgeführt werden. Es wird so lange gewaschen, bis das ablaufende Wasser klar ist. Der Boden der Trommel ist mit einer Klappe zum Entleeren versehen.

Diese Maschine arbeitet zur vollen Zufriedenheit und liefert in der Stunde 0,4 cbm gewaschenen Sand, täglich also 4 cbm. Um genügend Waschwasser zur Verfügung zu haben, wurde eine besondere Pumpe aufgestellt. Der gewaschene Sand wird durch ein Becherwerk hochgehoben und kommt in zwei übereinander liegende Trockenmulden, die von außen mit direktem Dampf beheizt werden. Durch je eine Welle mit schräg stehenden Schaufeln wird der Sand erst durch die eine, dann durch die andere Mulde hindurch geführt. Der entweichende Wasserdampf wird durch einen Exhaustor entfernt. Die Vorrichtung ist durch Henneberg & Co. ersonnen und ausgeprobt worden.

---

[1]) Die Maschine ist abgebildet auf S. 93 des Protokolls der Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten 1900.

Aus den Trockenschnecken, die täglich etwa 3,5 cbm Rohsand trocknen, wird der Sand den beiden Schwingsieben zugeführt. Es sind dies nahezu wagerechte Siebe in hölzernen Rahmen von 5 m Länge und 1 m Breite, welche an der Decke an vier leichten Stangen pendelnd aufgehängt sind. An der Schmalseite stößt der Siebrahmen bei der Pendelbewegung gegen einen in der Erde befestigten Pfahl. Hierdurch erhält das Sieb bei Vor- und Rückgang einen kräftigen Stoß, der den Sand der Stoßrichtung entgegen vor- oder rückwärts wirft. Durch die zitternde Bewegung, in welche das Siebgewebe durch die heftigen Stöße versetzt wird, lockern sich die in die Maschen eingeklemmten Quarzkörner und das Sieb wird im wesentlichen frei gehalten. Völlige Reinigung wird von Zeit zu Zeit durch Bürsten vorgenommen. Eine schwache Neigung des Siebes in Verbindung mit den Stößen genügt, den Rückstand langsam vorwärts zu treiben und ihn am Ende des Siebes aufzufangen. Auf einem Sieb wird erst das Grobe abgesiebt und dann auf einem anderen das Feine entfernt. Beide Siebe liefern in der Stunde 2 Sack = 100 kg, am Tage 20 Sack = 1000 kg = etwa 737 l Normalsand, wozu etwa 3300 l Rohsand erforderlich sind.

Während in der ersten Zeit der Sand von dem Feinsieb unmittelbar in die Säcke zur Verschickung lief, werden jetzt die Säcke hinter dem Sieb nur provisorisch gefüllt und, mit einer Marke mit dem Datum versehen, beiseite gestellt. Von jeder Tagesfertigung wird der Versuchsanstalt und dem Vereinslaboratorium zu Karlshorst je eine Probe übermittelt und dort auf Korngröße und Reinheit kontrolliert. Die Ergebnisse dieser Kontrollversuche der Versuchsanstalt enthält die Tab. 4. Wenn Einwendungen nicht erhoben werden, wird der Sand in einem großen Holzsilo in dünnen Schichten übereinander ausgebreitet. Zu diesem Zweck ist ein hölzerner Schuppen von 15 m lichter Länge und 10 m Breite eigens erbaut worden. Er enthält zwei Arbeitsräume von je 5 × 5 m und daran anstoßend zwei Holzkästen von 10 × 4,5 m mit einem 1 m breiten Gang in der Mitte und 2 m Füllhöhe. In einem dieser Kästen wird der Sand der laufenden Fabrikation, wie geschildert, ausgebreitet, bis der Sand etwa 1,5 m hoch liegt. Dann werden mit einem für den Zweck eingerichteten Sandbohrer durch einen Beamten der Versuchsanstalt an verschiedenen Stellen des Sandvorrates Proben entnommen und wiederum auf Reinheit und Korngröße kontrolliert.

Ergeben sich hierbei keine Anstände, so wird von der einen schmalen Seite aus der Sand abgestochen, gesackt und durch einen Beamten der Versuchsanstalt mit deren Plombe verschlossen.

Nur der mit dieser Plombe in den Handel kommende Sand gilt heute als „Freienwalder Normalsand".

Kurze Erwähnung mögen im Anschluß hieran noch einige Versuche auf Gleichmäßigkeit des Sandes jedes einzelnen Sackes unmittelbar nach der Fertigung finden. Um festzustellen, ob Bedenken vorliegen, den vom 120-Maschensieb fallenden Sand unmittelbar in Säcke laufen zu lassen und zu verschicken, wie dies anfangs geschah, Bedenken dahingehend, daß etwa eine Entmischung stattfindet oder in der Korngröße des zuerst und des zuletzt vom Sieb Laufenden Unterschiede bestehen, sind am 28. November 1898 durch einen Beamten der Versuchsanstalt in der Fabrik vier Proben entnommen worden. Es galt gleichzeitig dem ausgesprochenen Zweifel zu begegnen, daß vielleicht das nach Füllung jedes Sackes durch Bürsten gereinigte Sieb zuerst gröberen Sand in den untergehaltenen Sack liefern könne als nach einiger Zeit, wenn sich die Maschen des Siebes bereits teilweise mit Sandkörnchen versetzt haben, und daß somit in der Tiefe des Sackes sich durchschnittlich gröberes Korn vorfinden würde als obenauf. Die Aufklärung dieses Punktes war zu der Zeit von besonderem Interesse, als keine nachträgliche

Entleerung der Säcke und keine Vermischung des Inhaltes stattfand, sondern die Säcke unmittelbar vom Siebe weg in den Handel kamen.

Entnommen und auf Korngröße sowie Reinheit geprüft wurde:

1. Gemisch aus dem Normalsand laufender Fertigung vom 28. Nov. 1898.
2. Normalsand vom frisch gereinigten 120-Maschensieb (Grund eines Sackes).
3. „ „ teilweise verstopften „ (obere Schichten eines Sackes).
4. „ versandbereit, gefertigt am 9. Nov. 1898.

Tabelle 29. **Vergleich von vier Normalsandproben, während des Siebvorganges entnommen.**

Sandprobe Nr.	Abschlämmbare Bestandteile %	In Salzsäure löslich %	NH_4 Niederschlag %	Kalk %	Mg und SO_3 %	Glühverlust %	Zu Grobes % auf Drahtsieb	Zu Grobes % auf Blechsieb	Zu Feines % auf Drahtsieb	Zu Feines % auf Blechsieb
1	Spuren	0,033	0,017	0,016	Mg Spuren SO_3 nicht	0,09	0,0	0,0	10,5	6,0
2		0,040	0,019	0,021	Spuren	0,09	0,0	0,0	4,0	3,0
3		0,038	0,025	0,013	Mg Spuren SO_3 nicht	0,10	2,5	0,0	4,0	2,5
4		0,037	0,026	0,011	Spuren	0,10	11,0	1,0	2,0	2,0

Die Versuche bewiesen (Tab. 29), daß in der Tat kleine Unterschiede in der Korngröße bestehen können. Obgleich diese innerhalb der bis dahin für zulässig gehaltenen Grenzen lagen, wurde doch beschlossen, ein gleichmäßigeres Gemisch durch flaches Ausbreiten des Inhaltes der einzelnen Säcke übereinander und darauf folgendes neues Sacken zu erzeugen. Hiernach wird jetzt verfahren.

c) Die Kontrolle.

Wie notwendig es war, eine regelmäßige Kontrolle der Normalsandfabrikation einzuführen, bewiesen vor dem Jahre 1899 mehrfach laut gewordene Beschwerden von Fabrikanten und Behörden, denen Normalsand von vermeintlich oder wirklich minderwertigen Eigenschaften geliefert worden war. Derartige Beschwerden gingen an die Versuchsanstalt ein von den Fabriken in Diesdorf, Lägerdorf, Mannheim, Wickede, Malstatt, Groß-Strehlitz, Stuttgart und Bernburg, sowie von dem Tiefbauamt zu Frankfurt a. M. und dem Laboratorium von Dr. Heintzel in Lüneburg. Jeder einzelne Fall wurde in der Versuchsanstalt besonders geprüft. Mehrfach ließ sich feststellen, daß die Beschwerde gerechtfertigt war, in anderen Fällen war dieser Nachweis nicht zu erbringen. Da aber durch diese Vorgänge eine lebhafte Beunruhigung der Industrie entstanden war, wurde am 10. Juli 1899 auf Veranlassung des Vereinsvorstandes durch das chemische Laboratorium für Tonindustrie an alle Behörden und Private, welche seit Jahresfrist Normalsand bezogen hatten, eine Anfrage gerichtet, ob sich bei den mit Benutzung dieses Sandes ausgeführten Prüfungen auffallend niedrige Zahlen ergeben haben, aus welchen schlechte Beschaffenheit des Sandes vermutet werden konnte. In diesem Fall sollte der Sand durch besseren ersetzt werden. Die Ergebnisse dieser Umfrage sind in Tab. 30 zusammengestellt. Darnach haben von 6 Behörden 2 Unterschiede bemerkt, 4 nicht, von 18 Zementfabrikanten bemerkten 8 Fabriken Unterschiede, 8 nicht, 2 blieben unsicher. Von 3 Privatlaboratorien haben 2 Unterschiede bemerkt, 1 nicht.

Tabelle 30. Ergebnis der Umfrage im Jahre 1899 über die Eigenschaften des Normalsandes im Handel.

Firma	Unterschiede bemerkt	Umtausch gewünscht	Bemerkungen
Lägerdorfer Portland-Zement-Fabrik	Ja, äußerlich	—	Siebten Sand nach und fanden große Stücke darin. Keine vergleichenden Versuche ausgeführt.
Mannheimer Portland-Zement-Fabrik	Ja, seit Winter 3—5 kg weniger nach 28 Tagen	Ja	Mit „anderem Sande" hat die Festigkeit entsprechend dem verbesserten Fabrikationsverfahren zugenommen, mit Normalsand „ganz bedeutender Rückgang der Festigkeit". Wünscht Veröffentlichung der „Tatsache des geringwertiger gewordenen Sandes" in der Tonindustrie-Zeitung.
Bernburger Portland-Zement-Fabrik	Ja	Nein. Vorrat zu gering	Versuche mit Bernburger Sand ergaben durchgehends 2—4 kg höhere Festigkeiten.
Alsensche Portland-Zement-Fabriken	Ja	—	Vergleichsversuche sind angestellt.
Weseler Portland-Zement- und Tonwerke	Scheint unregelmäßig zu sein	—	In einigen Säcken braungefärbte Partien.
Gewerkschaft L. Raab sen., Wetzlar	Scheinbar	Ja	Durchweg braunere Färbung wie früher.
Portland-Zement-Fabrik Westerwald, Haiger	Ja	Nein. Vorrat zu gering	Viele Vergleichszahlen genommen, 3—4 kg weniger.
Dr. Heintzel, Lüneburg	Ja	Ja, 2 Säcke	4 kg weniger. 2 Säcke brauchbar gemacht durch chemische Reinigung.
Großherzogl. Bad. Landes-Gewerbehalle, Karlsruhe	—	—	Sack noch nicht geöffnet.
Stettin-Gristower Portland-Zement-Fabrik	Ja	Nein	Sehr unrein. Korngröße stimmt nicht. Finden durch Brief bestätigt, daß das Herabsinken der Festigkeiten nur diesem Umstande zuzuschreiben.
Vereinigte Zementwerke in Beissenberg	Nein	—	
Westfalia Aktien-Ges. für Fabrikation von Portland-Zement und Wasserkalk	Nein	—	
O. A. Richter, Dresden	Nein	—	Keine Klagen eingelaufen.
Fortifikation Straßburg i. E.	Nein	—	War der Zement gut, wurden auch gute Prüfungsresultate erzielt. Ergaben sich schlechtere Resultate derselben Fabriken, so gaben dieselben den zur Verwendung gekommenen Normalsand als Grund an. Zementproben, welche mit dem beim Zementwerk benutzten Normalsand geprüft wurden, ergaben 2 kg Zugfestigkeit mehr.
Dr. Michaelis, Berlin	Ja	Nein	Keinen Wert darauf gelegt, da Zemente der jetzt üblichen Mahlung weit über die Minimalfestigkeit hinaus zu gehen pflegen. Sand sieht eben so rein aus, wie früher. Etwas Grobes geniert nicht.
Mechanisch-technisches Laboratorium, München	Ja	Ja, 2 Säcke	Eine Differenz, die sich nicht aufklären ließ, jetzt aber möglicherweise auf Sand zurückzuführen. In Stuttgart 24 kg/qcm, München nur 14,6 und 14,7 kg/qcm.
Portland-Zement-Fabrik, Groschowitz	Ja	Nein	Feiner als seither. 40% Abfall. Wird abgesiebt verwendet.
Oppelner Portland-Zement-Fabrik	Nein	—	
Max Herget, Prag	Ja	Ja	Statt 14 nach 7 Tagen nur 6—7 kg/qcm „ 21 „ 28 „ „ 13 „
Mercur, Akt.-Ges., Jatznick	Nein	Nein	
Bau-Deputation I. Sekt., Hamburg	Nein	–	
Dyckerhoff & Söhne, Amöneburg	Nein	Nein	

Firma	Unterschiede bemerkt	Umtausch gewünscht	Bemerkungen
Stadt-Bauamt Barmen	Nein	—	
Fortifikation Königsberg i. Pr.	Nein	—	
Eisenwerke Hirzenhain & Lollar	Nein	Nein	
Portland-Zement-Fabrik Westerwald	—	Nein	Wünschen denselben Sand von der zuletzt erhaltenen dunklen Sorte wieder.
Lothringer Portland-Zement-Werke	Ja	Ja	Seit 9 Monaten beobachtet, daß Sand nicht gleichmäßig und daß Festigkeiten niedriger als erwartet und einzelne Proben starke Schwankungen.
Société Anonyme John Cockerill Seraing (Belgien)	Nein	Nein	
Fortifikation Thorn	Ja	Ja	Sand hatte etwas dunklere Färbung. 7 Tagesproben sind in Zug- und Druckfestigkeit gegen frühere Resultate bedeutend zurückgeblieben. Die 28 Tagesproben erreichten die vorgeschriebene Druckfestigkeit nicht.
Portland-Zement-Fabrik und Ziegelei, Pahlhude	Ja	Nein	Zug 5—6 kg nach 28 Tagen weniger. Abweichende Körnung. 12% Rückstand auf 60 Maschen und feine Teile ganz herausgesiebt.
Christiania Portland-Zement-Fabrik	Ja geringere Festigkeit	—	Braune Teile nicht bemerkt. Nachdem auf Unterschiede hingewiesen, sind indirekte Vergleiche mit Bornholmer Sand angestellt. Deutscher Normalsand 12,9 kg Bornholmer „ 16.0 „ (früher mit demselben Zement nur 1—1,5 kg Unterschied n. 7 Tagen).
Bonner Bergwerks- und Hütten-Verein	Ja geringere Festigkeit	—	Braune Teile nicht. Seit einiger Zeit auffallend niedrige Festigkeit.
Kronstädter P. Z. F.	Nein	—	In keiner Weise ungünstig beeinflußt.
Kaiserl. General-Direktion der Eisenbahnen, Straßburg i. E.	Ja	Nein	Nach 28 Tagen rund 4 kg/qcm weniger. Daraus unliebsame Differenzen mit Lieferanten.
Fortifikation Königsberg i. Pr.	Ja	—	Nach 28 Tagen Festigkeit des Zementes um 3,75 kg geringer als die zu fordernde (16 kg) (Druckfestigkeit 159,1). Wahrscheinlich Folge der braunen Partien.

Die auffallende Tatsache, daß gerade im Jahre 1899 so viele Einsprüche gegen den Normalsand erfolgten, der früher nur in ganz vereinzelten Fällen beanstandet worden war, legte die Vermutung nahe, daß bei dem Abraum des für die Normalsandfabrikation bestimmten Grubengeländes im Anfang des Jahres 1899 einige obere zum Teil bereits in Verwitterung übergegangene Lagen mit zu Normalsand verarbeitet wurden und daß diese geringere Festigkeiten der Mörtel veranlaßt haben. Gewißheit hierüber hat sich aber nicht gewinnen lassen.

Um indessen weitere Beunruhigung zu vermeiden und zu einem gleichmäßigen, einwandsfreien Sande zu gelangen, beschloß der Vorstand des Vereins deutscher Portland-Zementfabrikanten gemeinsam mit den Vertretern der Königlichen Versuchsanstalten zu Stuttgart und Charlottenburg am 18. Februar 1900 folgende Maßnahmen zu treffen:

1. Die Firma Henneberg & Co. ist anzuweisen, die Abgabe von Normalsand bis auf weiteres einzustellen.
2. Die Fabrikation von Normalsand ist so stark wie möglich zu betreiben.
3. Die Produktion jeden Tages ist zu mischen und getrennt aufzubewahren.
4. Von jeder Tagesproduktion soll nach erfolgter Mischung ein Muster von 1 kg an die Königliche Versuchsanstalt Charlottenburg und an den Vereinschemiker, Herrn Dr. Wegener, gesandt werden zur vorläufigen Prüfung auf Reinheit und Richtigkeit

der Korngrößen. Sand mit unrichtiger Korngröße müßte nachgesiebt werden. Nach Herstellung von 1000 Ztr. Normalsand sollen diese, falls die zu erbauenden Silos noch nicht fertig sind, in irgend einem geeigneten Raume gleichmäßig durchgemischt werden und je ein Muster soll an die Königliche Versuchsanstalt Charlottenburg und den Vereinschemiker gesandt werden zur Prüfung auf Festigkeit.

Diese 1000 Ztr. Normalsand würden nach Gutbefund seitens der Königlichen Versuchsanstalt Charlottenburg von dieser in Säcken plombiert werden und dann zu Versand gelangen. In gleicher Weise würden inzwischen weitere 1000 Ztr. oder, wenn dies möglich sein sollte, gleich noch größere Mengen Normalsand herzustellen sein.

Dieses Protokoll wurde in der Generalversammlung des Vereins deutscher Portland-Zementfabrikanten am 20. Februar 1900 verlesen und einstimmig angenommen.

Es ist dann darnach verfahren worden.

Bei den erwähnten, von verschiedenen Seiten erhobenen Einsprüchen gegen den Normalsand ist wiederholt von Zementfabrikanten die Vermutung ausgesprochen worden, auch der in der Versuchsanstalt zu amtlichen Prüfungen benutzte Sand sei schlecht gewesen und hierauf seien die (nach Meinung der Fabrikanten) zu niedrigen Festigkeitszahlen zurückzuführen; Beanstandungen von Zement aufgrund dieser Prüfungen seien deshalb nicht zulässig.

Demgegenüber ist darauf hinzuweisen, daß die Versuchsanstalt stets die von ihr bezogenen Lieferungen des Normalsandes auf Eigenschaften (Tab. 3, 19 u. 20) sowie gelegentlich auch auf Festigkeit im Vergleich zu früheren Lieferungen geprüft hat (Tab. 31). Weiteres zu tun war sie nicht in der Lage, da sie damals keinen Einfluß auf den Gang der Fabrikation hatte und den Normalsand so nehmen mußte, wie er geliefert wurde. Dabei stellte sich, was auch an andern Stellen beobachtet und bereits erwähnt wurde, mehrfach heraus, daß der neue Sand mit denen früherer Lieferungen in bezug auf Festigkeit der 1 + 3 Mischung nicht genau übereinstimmte. Gewöhnlich lieferte der neue Sand etwas höhere Festigkeiten als der ältere. Hieran ließ sich zunächst nichts ändern, in der Folge wurde aber die Kontrolle noch verschärft und vom Jahre 1899 an sind erhebliche Abweichungen nicht mehr beobachtet worden.

Tabelle 31. **Kontrollprüfungen auf Festigkeit zum Vergleich der Sande der Versuchsanstalt.**

Lieferung vom	Verwendeter Zement	Wasserzusatz	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit	
			7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Februar 1896	Rüdersdorfer,	9%	14,1	—	—	—
Juli 1896	B 419		14,1	—	—	—
Nov. 1896	Stern,	9,5%	20,0	24,3	153	232
Juni 1897	angekauft		22,3	28,6	159	240
Juli 1897			21,5	31,3	163	252
Februar 1896	Rüdersdorfer,	9%	—	18,5	—	210
September 1897	angekauft		—	23,5	—	229
Juli 1899	B 1506	9%	19,8	23,8	177	243
Nov. 1899 abgesiebt			18,5	23,4	176	239
Nov. 1899	B 1899	9%	16,0	21,7	128	198
Mai 1900			15,2	21,3	138	214

Tabelle 32. **Kontrolle der Gleichmäßigkeit des von der Versuchsanstalt zu amtlichen Prüfungen bezogenen Normalsandes.**

Lieferung vom	Aus drei beliebigen Säcken	R_f	R_r	s	u	Zu Grobes %		Zu Feines %	
						auf Draht	auf Blech	auf Draht	auf Blech
3. März 1899	1	1,415	1,692	2,654	0,362	0,2	0,1	4,0	2,0
	2 bez. 24./10. 98	1,415	1,692	2,648	0,361	0,2	0,1	4,0	2,0
	3 bez. 27./10. 98	1,416	1,692	2,651	0,362	0,1	einige Körner	5,0	3,0

Um die Gleichmäßigkeit jeder Lieferung aus dem Anfang des Jahres 1899 zu kontrollieren, wurden aus einzelnen Säcken Proben entnommen und miteinander verglichen (Tab. 32). Obgleich sich in diesem Falle keine wesentlichen Abweichungen ergaben, sind doch in der Folge stets die Säcke jeder Lieferung ausgeleert, der Inhalt sorgfältig vermischt und wieder in Säcke verpackt worden, nachdem die Kontrollproben befriedigende Ergebnisse geliefert hatten. In neuerer Zeit sind nie weniger als 100 Ztr., zumeist 200 Ztr. gleichzeitig bezogen und auf diese Weise gemischt worden.

Nur in einem Falle, zur Zeit der Sandnot Ende 1899, mußte die Versuchsanstalt zur Selbsthülfe greifen, da der durch das chemische Laboratorium für Tonindustrie bezogene Sand auf dem 60-Maschensiebe aus Draht 18% und auf dem Blechsiebe 8% Rückstand hinterließ. Da die amtlichen Zementprüfungen keinen Aufschub vertrugen, normalkörniger Sand aber sogleich nicht zu beschaffen war, wurde der größte Teil des Sandes zur Verfügung gestellt, 50 Sack aber wurden am 19. Januar 1900 auf richtigen Sieben abgesiebt, das Grobe entfernt, der Rest gut durchgemischt und wieder gesackt. Mit diesem Sande sind nur die Prüfungen B 1777, 1780, 1674/1 m—q ausgeführt worden. Der Rest ist zurückgegeben, und nur drei Säcke dieses Sandes sind für alle Fälle zu späterem Vergleich zurückgestellt worden, obgleich der sofort vorgenommene Vergleich mit dem Sand der Lieferung vom 25. Juli 1899 befriedigende Übereinstimmung lieferte. (Tab. 31.) Später setzte die amtliche Kontrolle ein. Gleich zu Beginn der Abnahme des Normalsandes durch die Versuchsanstalt wurde die erste Lieferung beanstandet, weil sie durch Fäden und Fusseln der Säcke etwas verunreinigt war.

Der Sand lagerte in einem Kellerraum des Chemischen Laboratoriums für Tonindustrie zu Berlin. Die Fremdkörper bestanden aus Fäden und Fusseln von den Säcken und ihren Nähten herrührend. Die groben Fäden ließen sich durch Auslesen beim Packen und bei Benutzung des Normalsandes leicht entfernen, die leichten Fusseln durch Luftzug. Die Untersuchung der Säcke ergab, daß derartige Verunreinigungen sich bei Benutzung von Säcken immer wieder einstellen würden. Man hätte, um sie zu vermeiden, die Sackpackung aufgeben müssen.

Der Vorstand des Vereins deutscher Portland-Zementfabrikanten, dessen Sandkommission und die Versuchsanstalt waren übereinstimmend der Ansicht, daß geringe Verunreinigungen durch Gewebefasern für die Güte des Sandes bedeutungslos sind, die Versuchsanstalt nahm indessen aus dem Vorfall Veranlassung zu der Erklärung

> „Die Plombe der Anstalt an dem Sack kann nur als Beweis dafür dienen, daß der Anstalt ein von ihr als einwandfrei befundener Sand vorgelegt wurde, daß dieser Sand unter ihrer Aufsicht tadelfrei in das Gefäß gefüllt und dieses amtlich verschlossen wurde."

Die verbesserte Fabrikation, insbesondere das mit größerer Sorgfalt als früher vorgenommene Waschen und Trocknen des Sandes hat eine gewisse Verbesserung des Normalsandes gegen früher herbeigeführt, die sich in etwas erhöhten Festigkeiten ausdrückt. Diese Tatsache wurde von der Versuchsanstalt durch Vergleich von 5 verschiedenen Zementen in der Mischung mit 3 Teilen Normalsand der Lieferung vom 8. Mai 1900 und der Lieferung vom 28. Juni 1901 festgestellt (Tab. 33). Die Zemente haben mit dem neuen Sand im Mittel 10—11% höhere Zugfestigkeiten, aber nur 2—4% höhere Druckfestigkeiten ergeben.

Die Kontrolle der Tagesfertigungen des Normalsandes ist in der Versuchsanstalt vom 2. März 1900 bis zum 22. September 1900 täglich ausgeführt worden (Tab. 4). Von da ab wurden, da die einzelnen Tagesproben außerordentliche Gleichmäßigkeit aufwiesen, so lange dasselbe Sieb benutzt wurde, zwar die Proben von jeder Tagesfertigung nach wie vor getrennt eingesandt, aber in der Versuchsanstalt wöchentlich gemischt und zusammen geprüft. In dieser Weise wird noch jetzt verfahren. Die gefundenen Ergebnisse werden in ein vorgedrucktes Protokoll eingetragen, von dem je eine Abschrift an den Vorstand des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten und die Firma Henneberg & Co. abgeschickt wird.

Tabelle 33. **Wiederholter Vergleich zwischen altem und neuem Normalsand.**

5 Zemente in der Mischung 1 : 3 auf Zug- und Druckfestigkeit geprüft.

Zement B Nr.	Wasseranspruch %	Zugfestigkeit kg/qcm		Druckfestigkeit kg/qcm		Zugfestigkeit kg/qcm		Druckfestigkeit kg/qcm	
		7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
		Normalsand vom Mai 1900				Normalsand vom Juni 1901			
2745 a	9	14,6	18,5	171	243	15,7	21,4	177	254
2745 b	9	14,1	17,9	161	240	16,3	20,9	177	244
2694	8 3/4	11,6	17,2	121	194	13,9	18,4	129	209
2696	8 1/2	15,7	22,5	164	256	16,9	23,6	171	253
2690	8 3/4	21,6	27,6	253	380	22,6	31,2	253	377
Mittel	—	15,5	20,7	174	263	17,1	23,1	181	267
Verhältnis	—	100	100	100	100	110	111	104	102

Fehlerhafte Fertigung ist bei Abnahme des Normalsandes durch die Versuchsanstalt erst in zwei Fällen festgestellt worden. In einem Falle (6. August 1900) enthielt der Sand zu viel Feines, war also vermutlich zu schnell über das Feinsieb geschickt worden, im andern Falle (Dez. 1902) enthielt der Sand etwas mehr als 2% zu Grobes, was wahrscheinlich auf Erweiterung einzelner Maschen des Grobsiebes beim Reinigen (Ausbürsten) desselben zurückzuführen ist.

In Fällen der Beanstandung werden die betr. Säcke, welche sämtlich auf einem Holzklötzchen den Tag der Herstellung tragen, in den zur Zeit leeren Raum des Silos gesetzt und dort bis zur nächsten Hinkunft des Abnahmebeamten aufbewahrt, dann vor dessen Augen nochmals abgesiebt, kontrolliert und zwischen die abgenommenen Vorräte geschüttet.

Die Untersuchung auf Abschlämmbares der zur Kontrolle eingereichten etwa 250 Sandproben hat in den weitaus meisten Fällen nur Spuren, in einem Falle 0,06% Abschlämmbares ergeben.

Litergewichte und spezifische Gewichte, auch der Undichtigkeitsgrad haben stets bemerkenswerte Übereinstimmung gezeigt.

Aufgrund der Ergebnisse der in Tab. 4 enthaltenen und der an Ort und Stelle vorgenommenen Kontrollversuche sind bisher die folgenden Sandmengen abgenommen und mit der Plombe der Versuchsanstalt (fliegender Adler auf der einen, die Buchstaben K V A auf der andern Seite) an jedem Sack gekennzeichnet worden

787	Sack	zu	50 kg	am	27. und 28. Juli 1900
1756	„	„	„	„	„	5. 6. 7. und 8. Nov. 1900
1404	„	„	„	„	„	15. und 16. März 1901
1552	„	„	„	„	„	29. 30. und 31. Juli 1901
1511	„	„	„	„	„	16. und 17. Januar 1902
1516	„	„	„	„	„	12. und 13. Mai 1902
1770	„	„	„	„	„	6. 7. und 8. Nov. 1902

Insgesamt 10296 Sack = 514800 kg Normalsand.

Klagen über diese Sande sind bisher von keiner Seite bekannt geworden. Um ihnen aber auch in Zukunft begegnen und stets die neuen Fertigungen mit den älteren vergleichen zu können, werden jetzt von jeder Lieferung mehrere Säcke mit dem Tage der Lieferung bezeichnet, als eiserner Bestand zurückgestellt.

Auf diese Weise wird es gelingen, den preußischen Normalsand so lange gleichmäßig und gut zu erhalten, bis die Industrie sich entschließt, zu einem anders gekörnten, gemischtkörnigen Normalsande überzugehen. Die Vorversuche hierfür sind bereits im Gange.

---

3. Untersuchung von Wollolеinen und gefärbten Ölen.

Von Dr. J. Marcusson, Assistenten der Abteilung für Ölprüfung.

1. Wollolеine.

Beim Destillieren des Wollfetts mit überhitztem Wasserdampf erhält man ein Destillat, das durch Pressen in der Kälte in einen festen Anteil, das Wollstearin, und einen flüssigen, das Wollolеin, zerlegt wird. Ersteres dient zur Seifenfabrikation, zum Teil auch als schlechtes Surrogat für Kerzenmassen, letzteres findet seine Hauptverwendung zum Einfetten von Wollgarnen vor dem Verspinnen. Bezüglich zweier kürzlich der Versuchsanstalt zur Prüfung eingereichter Wollolеine wurde vom Einsender bemerkt, daß die von ihm anscheinend als „Olеine" bezogenen Öle sich sehr schwer aus den fertigen Waren auswaschen ließen und daß stets Flecken und Streifen zurückblieben. Daher sollte geprüft werden, inwieweit die Öle verseifbar seien, ferner ob Mineralöl, Harzöl, Harz oder dergleichen minderwertige Stoffe zugegen wären.

Es ist selbstverständlich, daß jedes zum Einfetten von Wolle usw. benutzte Öl um so besser ist, je weniger unverseifbare Öle es enthält. Daher wird z. B. das eigentliche „Olеin", welches in der Kerzenfabrikation als flüssige hauptsächlich Ölsäure darstellende Säure durch Abpressen der festen Säuren erhalten wird, nach dem Gehalt an Kohlenwasserstoffen gehandelt und das sog. reine Wollolеin, welches von der Herstellung herrührend, nicht also etwa als Verfälschung, erhebliche Mengen Kohlenwasserstoffe[1]) enthält, gilt als um so besser, je weniger unverseifbare Bestandteile es enthält.

[1]) Diese entstehen bei der Destillation durch Zersetzen der Ester und Alkohole. Ihre Menge beträgt einschließlich der in den Wollolеinen enthaltenen gleichfalls unverseifbaren Alkohole nach Lewkowitsch 10—42 % (Chemic. Anal. of oils, fats and waxes S. 711).

Die beiden in Rede stehenden kürzlich eingesandten Olei'ne ließen sogleich bei der Vorprüfung erkennen, daß Produkte der Wollfettverarbeitung vorlagen. Hierauf deuteten Geruch und Aussehen, sowie das Auftreten charakteristischer Farbenreaktionen beim Behandeln der Öle mit Schwefelsäure in Chloroform- bezw. Essigsäureanhydridlösung hin. Beim Schütteln einer Chloroformlösung der Öle mit konzentrierter Schwefelsäure trat Blutrotfärbung ein, die Säure zeigte nach dem Absitzen eine schöne grüne Fluoreszenz (Hager-Salkowskische Reaktion). Wurde ein Tropfen der Öle mit wenigen Kubikzentimetern Essigsäureanhydrid erwärmt, die Lösung nach dem Erkalten mit einem Tropfen Schwefelsäure 1,530 versetzt, so färbte sich die Flüssigkeit zunächst blaß rosa, bei Probe 2 violett, nach einigem Stehen stark grün (Liebermannsche Reaktion). Beide Reaktionen weisen auf Gegenwart von Wollfettalkoholen hin. Die Untersuchung wurde nunmehr folgendermaßen ausgeführt:

1. Die freie Säure wurde in üblicher Weise durch Titrieren der Öle in Äther-Alkohollösung bestimmt. Probe 1 enthielt etwa 50, Probe 2 etwa 40 % freie Säure berechnet als Ölsäure.

2. Zur Bestimmung der Gesamtsäuren (also der freien und gebundenen) wurden etwa 3 g Öl mit 25 ccm doppelt normaler Kalilauge 3 Stunden im Einschlußrohr auf 105 C° (Kochsalzbad!) erhitzt[1]). Aus der gebildeten Seifenlösung wurden nach Herbig[2]) durch Chlorkalzium die Kalksalze gefällt, im Vakuumexsikkator getrocknet und mit Azeton im Soxleth erschöpfend ausgezogen. Die nach dem Zersetzen der ungelöst zurückbleibenden Kalkseifen gewonnenen Säuren wurden nach Morawski auf Gegenwart von Harz geprüft. Bei Probe 1 trat die Reaktion nicht ein, bei den Säuren aus 2 wurde schöne Blauviolettfärbung beobachtet. Hiernach lag nur bei Probe 2 Verdacht auf Gegenwart von Fichtenharz vor, welches schließlich auch in Probe 2 nach dem von D. Holde und dem Verf. beschriebenen Verfahren[3]) in einer Menge von 18 % mit allen charakteristischen Eigenschaften des Kolophoniums abgeschieden wurde.

Die bei der Abscheidung des Harzes nach Auslaugen der Harzsäuren in ätherischer Lösung verbleibenden Fettsäureäthylester wurden nach Abdestillieren des Lösungsmittels verseift (etwa 4 Std. mit 2n KOH unter gewöhnlichem Druck).

Die aus der Seifenlösung abgeschiedenen Fettsäuren zeigten die Jodzahl 46, das Molekulargewicht 298. Die Fettsäuren aus Probe 1 ergaben fast die gleichen Werte.

Lewkowitsch[4]) fand das Molekulargewicht von Säuren aus Wollolei'n in einer Probe zu 300,5. Über die Jodzahl von Wollolei'nsäuren konnte ich keine Angaben finden, sie wird naturgemäß Schwankungen unterworfen sein, je nach der Temperatur, bei welcher die Abtrennung des flüssigen Wollfettdestillats von dem festen erfolgt ist.

Fettsäuren aus einem als zuverlässig rein bezogenen, allerdings schon bei etwa 8 C° erstarrenden Wollolei'n zeigten die Jodzahl 35.

Hiernach konnten auch die Fettsäuren aus beiden zu untersuchenden Proben als Wollolei'nfettsäuren angesprochen werden.

Die Menge der Gesamtfettsäuren entsprach bei Probe 1 etwa dem durch Titration ermittelten Gehalt an freien Säuren, so daß in Probe 1 Ester nicht oder nur in sehr geringer Menge zugegen sein konnten. Bei Probe 2 wurden etwa 10 % Gesamtsäuren mehr als freie

[1]) Wollfett gilt bekanntlich unter gewöhnlichen Verhältnissen als nicht ganz verseifbar.
[2]) „Dinglers Journ." 1895, 295 S. 135 u. 160.
[3]) „Mitteilungen" 1902 S. 40.
[4]) „Chemic. Anal. of oils, fats and waxes" S. 821.

Säuren gefunden. Die Probe enthielt also noch merkliche Mengen unzersetzer Ester, wie das bei Wollolеinen und sonstigen destillierten Fettestern häufig der Fall ist.

3. Die unverseifbaren Bestandteile fanden sich bei beiden Oleïnen in der durch Ausziehen der Kalkseifen mit Azeton erhaltenen Lösung. Nach dem Abdestillieren des Azetons hinterblieb ein mineralölartiger Rückstand, der sich als gänzlich aschefrei erwies, wenn die Kalkseifen vor der Azetonbehandlung genügend getrocknet waren. Die unverseifbaren Anteile gaben die oben erwähnte Liebermannsche Reaktion sehr deutlich. Zwecks Trennung der Alkohole von den Kohlenwasserstoffen wurde das Öl mit dem doppelten Raumteil Essigsäureanhydrid zwei Stunden am Rückflußkühler gekocht. In der Siedehitze trat sofort völlige Lösung ein, nach dem Erkalten schieden sich bei beiden Proben etwa 80 % der angewandten Menge als ölige Schicht oben auf dem Essigsäureanhydrid wieder ab. Die von der Anhydridlösung befreiten Kohlenwasserstoffe gaben noch die Liebermannsche Reaktion, die auch nach einer weiteren Auskochung mit Essigsäureanhydrid immer noch eintrat. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die Reaktion auch gewissen Anteilen der Kohlenwasserstoffe eigentümlich ist, soweit dieselben nämlich durch Zersetzung von Cholesterin bezw. Isocholesterin bei dem Destillationsprozeß entstanden waren. Hierüber sollen bei Gelegenheit Versuche ausgeführt werden.

Im übrigen zeigten die erhaltenen Kohlenwasserstoffe fast ganz das Verhalten von Mineralölen. Sie waren mäßig zähflüssig, braun gefärbt, rochen schwach mineralölartig und zeigten grüne Fluoreszenz. Nach längerem Stehen schieden sich schon bei Zimmerwärme geringe Mengen Paraffin aus, bei 0 C° waren die Kohlenwasserstoffe infolge starker Paraffinausscheidung vollkommen fest. In Alkohol waren sie nur zum geringen Teil löslich, der Brechungsexponent war bei etwa 15 C° 1,486—1,487. Gegenwart von Harzöl war nach dem gesamten Verhalten ausgeschlossen.

In dem bereits erwähnten von der Anstalt als rein bezogenen Wollolеin fanden sich 57,7 % unverseifbarer Anteile, die zu etwa 90 % aus Kohlenwasserstoffen bestanden. Letztere hatten fast vollkommen mineralölartige Eigenschaften.

Die Frage, ob die aus den eingesandten Oleïnen abgeschiedenen Kohlenwasserstoffe lediglich bei der Destillation des Wollfetts entstanden waren oder teilweise als Mineralöle absichtlich zugesetzt wurden, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden[1]). Jedenfalls dürften die vom Einsender der beiden fraglichen Oleïne beobachteten Mißstände auf den erheblichen Gehalt der Proben an Kohlenwasserstoffen, bei Probe 2 vielleicht außerdem auf den beträchtlichen Harzgehalt zurückzuführen sein.

Die beim Kochen der unverseifbaren Anteile mit Essigsäureanhydrid in Lösung gegangenen Wollfettalkohole wurden nach Abtreiben des Lösungsmittels durch Verseifen usw. abgeschieden und stellten braune, zähe, kaum bewegliche, nicht fluoreszierende Flüssigkeiten dar, welche die charakteristischen Reaktionen der Wollfettalkohole gaben. In 96 prozentigem Alkohol waren sie schon in der Kälte fast völlig löslich, in wenig Essigsäureanhydrid bereits bei ganz schwachem Erwärmen. Letztere Lösung blieb beim Erkalten klar.

Außer den angeführten Bestandteilen wurden in beiden Proben geringe Mengen Wasser, wasserlösliche Bestandteile und Spuren Mineralsäure gefunden.

---

[1]) Die Untersuchung dieser Frage ist zwar in Aussicht genommen, doch muß ein befriedigender Erfolg einstweilen bezweifelt werden. Einige Anhaltspunkte zur Beurteilung des Ursprungs der fraglichen Kohlenwasserstoffe ergeben sich vielleicht aus der Alkohollöslichkeit und dem Verhalten der Öle gegen Essigsäureanhydrid.

Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung beider eingesandten Olei̇ne, sowie der zum Vergleich geprüften als rein bezogenen Probe sind der Übersicht wegen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Eigenschaften der geprüften Olei̇ne.

Herkunft	Kennzeichnung	Äußere Erscheinungen, im 15 mm weiten Reagensglas beobachtet	Spez. Gewicht bei 15 C° × 10000 (Wasser von 4 C° = 1)	% verseifbare Bestandteile	% unverseifbare Bestandteile: Kohlenwasserstoffe	% unverseifbare Bestandteile: Wollfettalkohole	Sonstige Bestandteile. Der Rest von
Eingesandte Proben	französisches Olei̇n	mäßig zähflüssig, braun, durchscheinend, nicht fluoreszierend, nach Wollfett riechend	9042	51 % Fettsäuren von der Jodzahl 42,5 und dem Molekulargewicht 299	38	9	2 % entfällt auf Wasser und wasserlösliche Bestandteile, Spuren Mineralsäure
	englisches Olei̇n	zähflüssig, braun, undurchsichtig, in dünner Schicht sind merkliche Mengen fester Teilchen bemerkbar, nicht fluoreszierend, nach Wollfett riechend	9275	10 % Fichtenharz und 41 % Fettsäuren von der Jodzahl 45,9 und dem Molekulargewicht 298	33	12	4 % entfällt auf Wasser, geringe Mengen wasserlöslicher Bestandteile und Spuren Mineralsäure
Als zuverlässig rein bezogene Probe	destilliertes Wollolei̇n	mäßig zähflüssig, braun, klar, grün fluoreszierend, nach Wollfett riechend	9060	41,5 % Fettsäuren von der Jodzahl 35,2 und dem Molekulargewicht 276	52,7	5	0,8 % entfällt auf geringfügige Mengen Wasser und wasserlösliche Bestandteile

2. Der Säuregehalt gefärbter Mineralöle.

Einzelne helle Mineralöle, insbesondere Eismaschinenöle werden bisweilen durch künstliche Farbstoffe rot gefärbt. In solchen Ölen ist infolge der Gegenwart des Farbstoffs die Bestimmung des Säuregehalts in der üblichen Weise durch Titrieren einer Alkoholätherlösung des Öles bezw. eines alkoholischen Auszuges meist nicht ohne weiteres durchführbar. Ist der Farbstoff in verdünnter Salzsäure löslich, so läßt sich das Öl nach mehrfachem Ausschütteln seiner Petrolätherlösung mit verdünnter Salzsäure und Auswaschen der Mineralsäure mit Wasser in üblicher Weise titrieren.

Liegen aber in Säuren schwer lösliche Farbstoffe vor, so muß man andere, z. B. die nachfolgend beschriebenen Wege einschlagen:

1. Das Öl wird mit Zinn und Salzsäure, nötigenfalls unter Erwärmen, behandelt, wobei der Farbstoff zur Leukobase bezw. zu farblosen Spaltungsprodukten reduziert wird. Das nunmehr ungefärbt erscheinende Öl wird mit Petroläther aufgenommen, von der Mineralsäure befreit und in üblicher Weise titriert.
2. Eine Petrolätherlösung des Öles wird mit einer gemessenen Menge $\frac{n}{10}$ alkoholischer Natronlauge (Alkohol 50 prozentig) stark durchgeschüttelt. Dann wird ohne vorheriges Abtrennen der Laugenschicht, bei Gegenwart von Phenolphtalei̇n, mit Salzsäure bis zur Farblosigkeit der Laugenschicht titriert. Aus dem Verbrauch an Salzsäure kann berechnet werden, wie viel Natronlauge zum Binden der Säure des Öles erforderlich ist.

In beiden Fällen empfiehlt es sich, falls man geringen Säuregehalt vermutet, etwa 50—100 ccm Öl anzuwenden, um die durch Einwirkung von Kohlensäure und Sauerstoff aus der Luft bedingten Fehler möglichst zu verringern.

Liegen in Alkohol nicht sehr leicht lösliche Farbstoffe vor, so kommt man bisweilen durch ein bezw. mehrmaliges Ausschütteln des Öles in der Wärme mit 80 prozentigem Alkohol, in dem die Säuren sich lösen, und Titrieren der nicht oder sehr schwach gefärbten Lösung zum Ziele.

Auf freie Mineralsäure kann man in allen bezeichneten Fällen in üblicher Weise durch Versetzen eines wässrigen Auszugs der Öle mit Methylorange prüfen, da die in Betracht kommenden Farbstoffe durch Wasser nicht ausgezogen werden.

---

4. Mitteilungen aus der Abteilung für Ölprüfung.

Vom Vorsteher Prof. Dr. Holde.

1. Die Prüfung von Leuchtpetroleum mittels der sog. Natronprobe.

Die zur Prüfung des Raffinationsgrades von Petroleum dienende Natronprobe, welche nach einer von Charitschkoff publizierten Vorschrift als „Charitschkoffsche Probe" in Deutschland bekannt ist, beruht darauf, daß Verunreinigungen von Naphthasäuren und naphtensauren Salzen aus dem Petroleum durch wässerige Natronlauge vom spez. Gew. 1,014 (2° B) ausgezogen werden, und daß in dem alkalischen Auszug bei Gegenwart jener Verunreinigungen auf Zusatz von wenig konzentrierter Salzsäure eine Trübung entsteht, deren Stärke für die Beurteilung der Reinheit des Petroleums entscheidend sein soll[1]).

Nach der von Charitschkoff und der in „Muspratts Chemie"[2]) veröffentlichten Vorschrift über die Ausführung der Natronprobe würde ein Petroleum als „nicht gut" oder „nicht marktfähig" zu bezeichnen sein, wenn der nach Vorschrift bereitete Laugenauszug nach dem Ansäuern mit Salzsäure im Reagensglas für Petitdruck undurchsichtig ist.

Die vor 2 Jahren in der Versuchsanstalt auf Veranlassung der Deutsch-Russischen Naphtha-Import-Gesellschaft ausgeführten Prüfungen von belichtetem und unbelichtetem Nobel- und Water-White-Petroleum auf Farbe und Natronteſt hatten nun, wie bei früherer Gelegenheit kurz berichtet wurde[3]), ergeben, daß sowohl die Farbenprüfung als auch die sog. Natronprobe beim Petroleum wegen des starken Einflusses der Belichtung auf die Öle nur bedingten Wert haben[4]).

Inzwischen hat die Natronprobe weitere Verbreitung in Deutschland bei der Prüfung von Petroleum gefunden. Nach dem Wortlaut der bisher veröffentlichten Vorschriften könnte auf Grund eines etwaigen positiven Ausfalls der Probe leicht eine zu strenge Beurteilung des russischen Petroleums erfolgen, die aber aus technischen und wirtschaftlichen Gründen unter Umständen unzweckmäßig sein kann. Daher mögen zur Klärung der Frage die vollständigen Ergebnisse der oben erwähnten, hier ausgeführten Petroleumprüfungen im nachstehenden mitgeteilt werden (Tab. 2). Diesen Ergebnissen sind die an den hier geprüften belichteten und unbelichteten Petroleumproben festgestellten Lichtmessungen der physikalisch-technischen Reichsanstalt vorangestellt (Tab. 1).

---

[1]) „Chem. Revue über die Fett- und Harzindustrie" 1896, S. 58.

[2]) „Muspratts Chemie" 1888, S. 2254.

[3]) „Mitteilungen" 1901, S. 156, s. a. „Chemische Zeitschrift" 1902, S. 309.

[4]) Die Versuche wurden von dem früheren Assistenten Dr. C. B. Sohn ausgeführt.

Prüfungsschein

PTR II 4256/1900

über die von der Deutsch-Russischen Naphtha-Import-Gesellschaft zu Berlin NW. Dorotheen-Str. 72/74 mittels Schreibens vom 5. Oktober 1900 beantragte photometrische Prüfung von vier Petroleumproben. Die letzteren wurden am 9. November 1900 von der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt der Technischen Hochschule zu Charlottenburg in vier Blechkannen eingeliefert, welche mit dem Amtssiegel der Versuchsanstalt verschlossen waren und auf angehefteten Zetteln die umstehend angegebene Bezeichnung trugen. Die vier benutzten 14"-Brenner, Dochte und Zylinder sind vom Antragsteller geliefert worden. Für jede Petroleumsorte wurde ein neuer gut getrockneter Docht benutzt, welcher in derselben vor der Prüfung mindestens 20 Stunden gelegen hatte.

Etwa 20 Minuten nach dem Anzünden wurden die Lampen auf die höchste erreichbare Lichtstärke gebracht, so daß sie gerade vor dem Russen standen. Unmittelbar darauf wurde mit der Prüfung begonnen, und zwar wurden die photometrischen Messungen in Zwischenräumen von etwa $^1/_2$ Stunde und die Konsumbestimmungen etwa von Stunde zu Stunde ausgeführt. Dabei ergaben sich die in nachstehender Tabelle mitgeteilten Werte.

Tabelle 1.

Bezeichnung des Petroleums nach Angabe des Einsenders		Bezeichnung des Brenners	Zeit der Prüfung	Mittlere horizontale Lichtstärke in Hefnerlicht: zu Anfang der Stunde	inmitten der Stunde	am Ende der Stunde	Stündlicher Petroleumverbrauch in g: im ganzen	auf 1 Hefnerlicht	Spezifisches Gewicht
Amerikanisches waterwhite	belichtet	Stobwasser I	Erste Stunde	17,8	17,8	17,6	51,0	2,88	0,783 bei 20°
			Zweite „	17,6	17,5	17,4	50,7	2,90	
		Patent Reform Rundbrenner A	Erste Stunde	20,5	20,7	20,9	55,9	2,70	
			Zweite „	20,9	20,7	20,2	56,0	2,72	
	unbelichtet	Stobwasser II	Erste Stunde	18,8	18,9	18,8	53,3	2,83	0,782 bei 20°
			Zweite „	18,8	18,9	18,7	53,0	2,82	
			Dritte „	18,7	18,4	18,2	50,7	2,75	
		Patent Reform Rundbrenner B	Erste Stunde	21,7	21,7	21,3	56,4	2,61	
			Zweite „	21,3	21,1	21,4	56,7	2,66	
Kaukasisches Nobel-Petroleum	belichtet	Stobwasser II	Erste Stunde	14,8	14,9	14,7	47,2	3,19	0,824 bei 20°
			Zweite „	14,7	14,4	14,5	46,1	3,17	
		Patent Reform Rundbrenner B	Erste Stunde	17,2	17,0	16,9	51,0	3,00	
			Zweite „	16,9	16,8	16,8	52,2	3,10	
	unbelichtet	Stobwasser I	Erste Stunde	14,9	15,0	14,9	48,1	3,22	0,822 bei 20°
			Zweite „	14,9	14,9	14,7	48,5	3,27	
			Dritte „	14,7	14,5	14,2	45,6	3,14	
		Patent Reform Rundbrenner A	Erste Stunde	18,2	18,4	18,2	52,7	2,88	
			Zweite „	18,2	18,2	18,2	53,2	2,92	

Eine Dauerprüfung ist nicht ausgeführt worden.

Charlottenburg, den 13. Dezember 1900.

gez. Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Abteilung II.
gez. Hagen.

Tabelle 2. **Einfluß der Belichtung von**
(Prüfungen der

Ölprüfungsbuch O. Nr. 1508	Art der Probe	Äußere Erscheinungen (im Reagensglas beobachtet)	Dauer und Art der Belichtung (in farbloser Glasflasche)	Äußerlich nach der Belichtung wahrnehmbare Veränderung des Öles (in der Flasche beobachtet)	Die Farbe im 404,6 Rohr beobachtet, einer Lösung von Kaliumchromat in angesäuertem Wasser mit % Gehalt von (Alle Öle zeigen einen rötlicheren Farbenton als die Lösung.)
1	Kaukasisches Nobel-Petroleum	äußerst schwach gelblich, klar, bläulich fluoreszierend, nach Petroleum riechend	unbelichtet	—	0,002341
			50 Stunden dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt	—	0,002462
			50 Stunden dem zerstreuten Tageslicht und 3½ Tage dem Sonnen- und zerstreuten Tageslicht ausgesetzt	Das Öl zeigt mäßig starke Trübung, die beim Erhitzen bleibt. Nach mehrtägigem Stehen setzt sich eine gelbbraune Bodenschicht ab	wegen der Trübung nicht bestimmbar 0,003581
2	Amerik. Water-White-Petroleum	wasserhell, klar, bläulich fluoreszierend, nach Petroleum riechend	unbelichtet	—	0,000644
			50 Stunden dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt	—	0,000886
			50 Stunden dem zerstreuten Tageslicht und 3½ Tage dem Sonnen- und zerstreuten Tageslicht ausgesetzt	Das Öl zeigt mäßig starke Trübung, die beim Erhitzen bleibt. Nach mehrtägigem Stehen setzt sich eine gelbliche Bodenschicht ab	wegen der Trübung nicht bestimmbar 0,002098

[1]) Nach der von der Bakuer Abteilung der Kaiserlich russischen technischen Gesellschaft aufgestellten Tabelle (siehe Holde.
[2]) Um ein vergleichendes Maß für die Stärke der Trübung zu erhalten, sind in denjenigen Fällen, in denen Petitdruck
[3]) Diese Zeit verstreicht etwa, wenn man sich nach dem Zusatz der Säure vor Beobachtung der Trübung über die saure
[4]) Nach dieser Zeit nahm die Stärke der Trübung nicht mehr zu.

Die vorstehend mitgeteilten Ergebnisse zeigen, daß die belichteten Petroleumproben, bei welchen die Belichtung ein ungünstiges Verhalten bei der Natronprobe verursacht hatte, keine nennenswerte Einbuße im Leuchtvermögen erlitten haben, obwohl die Stärke der Belichtung gegenüber den praktischen Verhältnissen sehr übertrieben worden ist. Bezüglich des Vergleichs von russischem Nobelpetroleum mit amerikanischem Water-White ist darauf hinzuweisen, daß das Water-White eine Luxusmarke ist und als solche natürlich schon im ursprünglichen Zustand dem Nobelpetroleum gegenüber eine höhere Lichtstärke zeigt, daß jedoch hieraus kein ungünstiger Schluß auf das billigere Nobelpetroleum zu ziehen ist. Die Ergebnisse zeigen vielmehr, daß selbst eine so vorzügliche Marke wie das Water-White auch durch sehr starke Belichtung im Natronteſt leidet.

Petroleumproben auf Farbe und Natronprobe.

Versuchsanstalt.)

mm langen entspricht:	Charitschkoffsche Probe: (siehe Chem. Revue über die Fett- und Harzindustrie 1896, S. 58)				Schlußergebnis
der Handelsmarke[1])	Farbe des alkalischen Auszugs (im Reagensglas vom 15 mm) Weite beobachtet)	Bei Durchsicht im 15 mm weiten Reagensglas ist Petitdruck[2]) unmittelbar nach dem Ansäuern	etwa 30 Sekunden[3]) nach dem Ansäuern	etwa ½ Stunde[4]) nach dem Ansäuern	
2,7	wasserhell	eben noch lesbar	nicht mehr lesbar; 5 mm hohe Buchstaben noch lesbar	Petitdruck und 5 mm hohe Buchstaben nicht mehr lesbar	Durch Belichtung wird die Farbe des Öles und das Ergebnis der Charitschkoffschen Probe verändert. Die Veränderung geht im Sonnenlichte rascher als im zerstreuten Lichte vor sich. Der Ausfall der Charitschkoffschen Probe ist auch von der Zeit abhängig, innerhalb welcher nach dem Ansäuern der Lauge die Durchsicht beobachtet wird.
zwischen 2,7 und 2,8	sehr schwach gelblich	nicht mehr lesbar; 5 mm hohe Buchstaben eben noch lesbar.	Petitdruck und 5 mm hohe Buchstaben nicht mehr lesbar	desgl.	
unfiltriertes Öl					
—	braungelb	Petitdruck und 5 mm hohe Buchstaben nicht mehr lesbar.	desgl.	desgl.	
filtriertes Öl					
3,2	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	
2,0	wasserhell	noch deutlich lesbar	eben noch lesbar	nicht mehr lesbar; 5 mm hohe Buchstaben eben noch lesbar	desgl.
2,1	sehr schwach gelblich	desgl.	desgl.	desgl.	
unfiltriertes Öl					
—	gelb	Petitdruck und 5 mm hohe Buchstaben nicht mehr lesbar			
filtriertes Öl					
2,6	desgl.	desgl.			

Schmiermittel, Seite 244 u. f.).
nicht mehr lesbar war, noch 5 mm hohe Buchstaben bei der Beobachtung herangezogen worden.
Reaktion der Flüssigkeit vergewissert).

Über die Entstehungsgeschichte der Natronprobe und die Bedeutung, welche man dieser Probe in Baku beimißt, äußert sich die Deutsch-Russische Naphtha-Import-Gesellschaft in einem an die Versuchsanstalt gerichteten, nachfolgend auszugsweise wiedergegebenen Schreiben wie folgt:

Bei der Firma Naphtha-Produktions-Gesellschaft Gebrüder Nobel wird lediglich der Bestimmung des Aschengehaltes des Petroleums eine wichtige Beziehung zur Verwendungsfähigkeit des Petroleums für Leuchtzwecke beigemessen, sofern es sich um eine chemische Prüfung neben der physikalischen durch fraktionierte Destillation handelt. Die Aschenprobe wird durch Destillieren von 1 Liter Petroleum und Veraschen des kleinen Rückstandes in einer vorher gewogenen Platinschale ausgeführt. Wegen der Umständlichkeit der Ausführung dieser Probe hat man bei der Firma Gebrüder Nobel seit etwa 20 Jahren die als Exportprobe dienende

sog. Nobelsche Natronprobe eingeführt, welche der von Charitschkoff beschriebenen fast gleich ist. Man verfährt dabei so, daß ein Öl, welches die Natronprobe aushält, als gut befunden wird, während über die Güte eines Öles, welches diese Probe nicht aushält, nur die Aschenbestimmung entscheidet. Die Natronprobe gilt bei der Firma Gebrüder Nobel nur als Kontrolle der Güte am Herstellungsorte, und es wird vorausgesetzt, daß bei der Verschiffung des Petroleums, den monatelangen Transporten, Umladungen usw. durch Einwirkung von Luft und Licht genügende Ursachen gegeben sind, welche eine Verschlechterung der Natronprobe zur Folge haben können, ohne daß die Brennfähigkeit des Öles in den Lampen ungünstig beeinflußt wird.

Der Inhalt vorstehender Auslassungen der Gebr. Nobel steht mit den in Tabelle 1 und 2 zusammengestellten Ergebnissen in Einklang.

Die Firma Gebrüder Nobel gibt als höchstzulässige Grenzzahl für den Aschengehalt pro 1 Liter Petroleum 20 mg an. Einige hier untersuchte Nobelsche Petroleumproben, welche der Natronprobe nicht genügten, ergaben in jedem Falle etwa 2 mg Asche pro Liter Öl. Daher muß dahingestellt bleiben, inwieweit die von der genannten Firma angegebene Grenzzahl von 20 mg den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Über diesen Punkt sollen bei Gelegenheit weitere Untersuchungen hier ausgeführt werden. Sehr schädlich soll ein Gehalt an Magnesiumasche wirken, weil diese die Aufsaugefähigkeit des Dochtes besonders stark beeinträchtigt.

Hinsichtlich der übergroßen Empfindlichkeit der Natronprobe ist nicht nur der Einfluß von Luft und Licht auf das Petroleum, sondern auch der sehr starke Einfluß der Zeitdauer hervorzuheben, welche zwischen dem Ansäuern des Laugenauszugs und dem darauffolgenden Beobachten der Trübung verstreicht. Die bisher veröffentlichten Vorschriften enthalten in bezug auf letzteren Punkt keine scharf gefaßten Angaben. In der Versuchsanstalt wird bei den laufenden amtlichen Prüfungen die Trübung der angesäuerten Lauge stets unmittelbar und 30 Sekunden nach dem Ansäuern beobachtet. Letztgenannte Zeit verstreicht, wenn man sich nach dem Ansäuern der Lauge von der sauren Reaktion der Flüssigkeit vergewissert.

Von wesentlichem Einfluß auf das Ergebnis ist ferner auch, ob man zum Ansäuern des Laugenauszugs einen größeren oder kleineren Überschuß an Salzsäure nimmt. In der Versuchsanstalt werden im Sinne der Vorschrift nur so viel Tropfen Salzsäure benutzt, daß der Auszug eben sauer wird. Versuche darüber, ob das Ergebnis verschieden ausfällt, wenn man den Laugenauszug nicht sofort nach dem Durchschütteln der Lauge mit dem Petroleum abzieht, filtriert und prüft, sondern das Abziehen, Filtrieren und Prüfen erst vornimmt, nachdem der Laugenauszug längere Zeit mit dem darüberstehenden Petroleum in Berührung gewesen ist, sind hier auch ausgeführt worden, da über diesen Punkt die Vorschriften keine näheren Angaben enthalten. Bei den bisherigen Versuchen haben sich Unterschiede in den Ergebnissen nicht gezeigt, wenn man die Laugenauszüge gleich nach der von selbst eintretenden Abtrennung der Lauge oder einige Stunden später von der Ölschicht trennt. Das Ablassen und die Prüfung der Lauge wird indessen hier in der Regel gleich nach erfolgter Trennung der Öl- und Laugenschicht vorgenommen.

Die zuletzt besprochenen Prüfungen wurden in Gemeinschaft mit dem ständigen Mitarbeiter Dr. Schwarz und dem Assistenten Dr. Marcusson ausgeführt.

2. Zur Prüfung des Gefrierpunktes fetter Öle.

In den Mitteilungen 1895 S. 60 war gezeigt worden, daß paraffinhaltige Petroleumproben verschiedene Konsistenz in der Kälte zeigen, je nachdem sie im frischen Zustand unmittelbar auf ihren Gefrierpunkt abgekühlt waren oder diese Abkühlung erst erfolgt, wenn die Proben vorher auf einen etwas höher liegenden Kältegrad einige Zeit gebracht waren, bei dem sie zwar schon feste Abscheidungen zeigten, aber im übrigen noch fließend waren. Ein im frischen Zustand unmittelbar auf —12 C° abgekühltes Petroleum war bei dieser Temperatur in seiner Gesamtmasse nichtfließend. Eine andere, vorher auf —10 C° eine Stunde lang abgekühlte Probe des gleichen Petroleums, die bei —10 C° kristallinische Abscheidungen zeigte, aber noch fließend war, zeigte bei der nachfolgenden Abkühlung auf —12 C° bedeutend stärkere Abscheidungen als bei —10 C°, blieb jedoch zum großen Teil noch fließend.

Eine ähnliche Beobachtung wurde kürzlich bei der Untersuchung eines Gemisches von Knochenöl und Rüböl gemacht. Das Öl war, im frischen Zustand auf —10 C° vier Stunden lang abgekühlt, fließend, äußerst schwach getrübt. Im frischen Zustande 1 Stunde lang auf —15 C° abgekühlt, war es nicht fließend. Wurde nun diejenige Probe, welche bei —10 C° nach vier Stunden geprüft war, unmittelbar hinterher bei —15 C° nach 1 und 2 Stunden geprüft, so war sie im Gegensatz zu der bei —15 C° geprüften, aber vorher nicht auf —10 C° längere Zeit abgekühlten Probe eben noch fließend, stark getrübt. Offenbar werden die Erstarrungsverhältnisse des Öles ähnlich wie beim Petroleum durch vorangegangene Abkühlung beeinflußt.

Hiernach müßten, wenn Prüfungen des Kältepunktes von Ölen ausgeführt werden sollen, Vereinbarungen darüber getroffen werden, ob und in welcher Weise das Material vor der Prüfung auf höhere Kältegrade einige Zeit abgekühlt werden soll.

In der Versuchsanstalt werden die Prüfungen des Kältepunktes in der Regel mit frischem Material ausgeführt, wenn nicht besondere Vorschriften für die Abkühlung gegeben sind. In letzterem Fall wird die Art der Abkühlung im Prüfungszeugnis besonders hervorgehoben.

Beim Petroleum dürften die eigentümlichen Erstarrungsverhältnisse darauf zurückzuführen sein, daß das bei schneller Abkühlung auf den Gefrierpunkt (—12 C°) sich ausscheidende Paraffin nicht Gelegenheit hat, so reichlich zu Boden zu fallen wie bei der langsam abgestuften Abkühlung. Infolgedessen durchsetzt das Paraffin in ersterem Fall beim scheinbaren Gefriergrad (—12 C°) die ganze Petroleummasse derart, daß die Probe nicht fließend erscheint. Bei langsam abgestufter Abkühlung zeigt der Augenschein, daß bei —12 C° der größte Teil des Paraffins zu Boden gesunken ist, und die an der Oberfläche verbliebenen flüssigen Anteile bewirken, daß ein Teil der Masse beim Neigen des Probeglases noch flüssig erscheint.

3. Zur Bestimmung von weichem Asphaltpech in dunklen Mineralzylinderölen.

In Heft 5 der „Mitteilungen" 1902 S. 253 war in Anlehnung an früher beschriebene Versuche[1]) ein Verfahren zur vergleichsweisen Bestimmung der weichen Asphaltstoffe in dunklen Mineralzylinderölen durch Fällung in ätherischer Lösung mittels Alkohol mitgeteilt worden. Bei Beschreibung dieses Verfahrens ist verabsäumt worden, darauf aufmerksam zu machen, daß bei paraffinhaltigen Zylinderölen — und dies dürfte meistens der Fall sein — neben den dunklen Pechstoffen auch merkliche Mengen Paraffin bei Zimmerwärme durch Alkohol in

[1]) Holde, Untersuchung der Schmiermittel 1897, S. 187.

Lfd. Nr.	Versuch Nr.	Asphaltpech + Paraffin im 37,5fachen Vol. Alkohol-Äther (1 : 2) unlöslich %	Asphaltpech von Paraffin befreit durch Auskochen mit Alkohol %	Abgeschiedenes Paraffin %	Schmelzpunkt des abgeschiedenen Paraffins C° roh	Schmelzpunkt des abgeschiedenen Paraffins C° umkristallisiert
1	1	1,40	0,63	0,73	(96—98)	—
	2	1,58	0,68	0,78	68—71,5	72—73
	3	1,70	0,86	0,74	72—73	
	4	1,78	—	—	—	—
	5	1,62	—	—	—	—
2	1	1,08	0,34	0,82	75—77	—
	2	1,54	0,60	—	—	—
	3	1,63	0,62	—	—	—
	4	1,31	0,50	0,80	70—74	71—74
3	1	(1,79)	(0,74)	1,00	75—77	—
	2	2,19	1,31	—	—	—
	3	1,93	1,07	—	—	—
	4	2,81	1,84	0,88	—	69,5—73,5
	5	2,55	—	—	—	—
	6	2,56	—	—	—	—
4	1	0,72	0,58	0,15	74—76	65—67
	2	0,85	0,67	0,16	—	65—68
5	1	1,05	0,77	0,29	—	—
	2	1,26	0,99	0,26	—	—
6	1	(3,10)	(2,40)	(0,59)	72—74	—
	2	1,90	1,78	0,25	—	—
	3	1,45	1,27	0,20	—	—
7	1	1,29	0,60	0,72	58—62	—
	2	1,78	0,91	0,87	59—62	—

ätherischer Lösung ausfallen. Die nach dem obenerwähnten Verfahren abgeschiedenen Pechstoffe müssen daher in geeigneter Weise vom Paraffin befreit werden. Die Abscheidung dieser Paraffine läßt sich nun auch bei den vorliegenden Pechen in gleicher Weise bewirken, wie dies C. Engler und E. Albrecht[1]) bei Untersuchung eines Bitumens aus Muschelkalk in Anlehnung an das von mir beschriebene Verfahren der Pechbestimmung s. Z. mit Erfolg versucht haben, nämlich durch Auskochen der schwarzen Peche mit absolutem oder 96 ½ %igem Alkohol. Aus den heißen alkoholischen Auszügen fällt das Paraffin in schönen weißen Flocken aus. Das Auskochen erfolgt so lange, als die abgekühlten alkoholischen Auszüge noch weiße Paraffinflocken niederfallen lassen. Das filtrierte Paraffin sieht zunächst weiß aus, wird aber beim Zusammenschmelzen meistens in dicker Schicht etwas bräunlich oder schmutziggelb, in dünner Schicht schmutzigweiß. Die Schmelzpunkte der nach vorstehendem Verfahren aus verschiedenen Zylinderölen abgeschiedenen Paraffine lagen meistens wenige Grade über 70, in einem Falle nahe bei 60 C°. Die nachfolgende Übersicht über eine Reihe von Asphaltpechbestimmungen[2]) in dunklen Zylinderölen, bei denen das Paraffin aus den abgeschiedenen Pechen ausgekocht wurde, gibt einen Überblick über die Mengen der gleichzeitig mit den weichen Pechen gefällten Paraffinmengen. Diese Mengen schwanken zwischen 0,2 und 1 %. Es zeigt sich, daß die abgeschiedenen Paraffine bezüglich der Höhe ihres Schmelzpunktes Erdwachs-

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1901, S. 913.

[2]) Die Bestimmungen wurden von den Assistenten Dr. Bosch und Dr. Auerbach ausgeführt.

charakter haben, und diese Beobachtung deckt sich auch mit schon früher von mir erwähnten Feststellungen, welche Kast und Seidner[1]), sowie Kißling bei amerikanischen Zylinderölen bezw. amerikanischen Rohölen gemacht haben. Ein Verdacht auf künstliche Ceresinzusätze liegt bei den hier untersuchten dunklen Zylinderölen nicht vor. Vielmehr ist in Einklang mit den Beobachtungen von Kast und Seidner anzunehmen, daß erdwachsartiges Paraffin doch ein häufiger Begleiter der hochsiedenden Anteile des Rohpetroleums ist.

4. Zur Kenntnis des Daturaöls.

(Zweite Mitteilung.)

Da sich ein Gehalt an Atropin bei der chemischen Analyse des von mir geprüften Daturaöles[2]) nicht erkennen ließ, hatte ich eine Mitteilung über die physiologische Wirkung des Öles, die äußerst geringfügige Mengen Atropin noch erkennen lassen mußte, vorbehalten. Diese durch Herrn Professor Dr. E. Salkowsky freundlichst vorgenommene Prüfung ergab folgenden Befund:

Das Daturaöl enthält unzweifelhaft Atropin, wenn auch nur so wenig, daß es wohl nur physiologisch nachweisbar ist. Etwa $^1/_2$ ccm Öl unter die Haut gespritzt, bewirkt beim Kaninchen im Laufe einer halben Stunde, vielleicht auch etwas schneller eine geringe Erweiterung der Pupillen, die am nächsten Tage gänzlich verschwunden ist. Der Atropingehalt kann nur sehr gering sein, denn 1 ccm bewirkt auch nicht mehr als Pupillenerweiterung, das Tier bleibt ganz gesund.

$2^1/_2$—3 g einer weiteren Probe des Öles wurden mit salzsäurehaltigem Wasser ausgeschüttelt, der saure Auszug wurde nach dem Alkalisieren durch Natronlauge mit Äther ausgezogen. Der nach dem Verdampfen des Ätherauszugs verbleibende Rückstand wurde mit einigen Tropfen Wasser angerührt, löste sich aber nur unvollständig, indem eine harzige Haut zurückbleibt. Etwa ein Drittel der wässrigen Lösung wurde einer Katze in ein Auge geträufelt. Die Wirkung war nach 10 Minuten: Erweiterung und Starrwerden der Pupille, die auf einfallendes Licht nicht mehr reagierte. Die nur an dem einen Auge beobachtete Pupillenerweiterung war noch am nächsten Tage, wenn auch sehr abgeschwächt, wahrnehmbar. Die benutzte Lösung hatte bitteren Geschmack. Sonstige Symptome waren an dem Versuchstier nicht zu bemerken.

Nach vorstehendem Befund habe ich selbst noch einmal etwa 56 g Daturaöl in petrolätherischer Lösung mit verdünnter Salzsäure ausgezogen und aus dem sauren Extrakt durch Alkalisieren, Ausäthern die Abscheidung einer zur Untersuchung geeigneten Menge von Atropin versucht, erhielt aber auch in diesem Fall wiederum nur Spuren einer fettigen Substanz als Verdampfungsrückstand des Äthers, sodaß hiermit das frühere negative Ergebnis der chemischen Prüfung des Öles auf Alkaloid bestätigt wurde.

---

[1]) „Dinglers Polyt. Journal" 1892, 284, 153 und „Rep. Chem. Zeitung" 1892.

[2]) „Mitteilungen" 1902, S. 66.

5. Bekanntmachung.

Vom 1. Mai dss. Js. ab befindet sich die Abteilung für Papierprüfung im Neubau für die Versuchsanstalt in Groß-Lichterfelde W. Es wird ersucht, von dem angegebenen Zeitpunkt ab alle für die Papierprüfungsabteilung bestimmten Sendungen mit der Aufschrift

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt
Groß-Lichterfelde W 3.

zu versehen.

An das Fernsprechnetz ist die neue Anstalt beim Amt Groß-Lichterfelde unter Nr. 142 angeschlossen.

Charlottenburg, den 23. April 1903.

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.
A. Martens.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XXI. Jahrgang. **1903.** Zweites Heft.

1. Bekanntmachung.

Nachdem die Firma Paul Remkes in Elberfeld im Handelsregister gelöscht und die Elberfelder Papierfabrik, Aktien-Gesellschaft in Elberfeld, Rechtsnachfolgerin der ersterwähnten Firma geworden ist, ist auf Antrag der jetzigen Firmeninhaberin das unter Nr. 38 der Wasserzeichenliste der unterzeichneten Anstalt eingetragene Wasserzeichen

Paul Remkes Elberfeld

.... Normal ....

gelöscht worden.

Gr.-Lichterfelde, den 27. Mai 1903.

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.

A. Martens.

---

2. Bericht über die Tätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1902.

A. Mechanisch-technische Versuchsanstalt.

Personalbestand.

Während des Rechnungsjahres 1902 waren an der Versuchsanstalt tätig: 1 Direktor, 4 Abteilungsvorsteher, 4 ständige Mitarbeiter, 21 Assistenten, 24 technische Hilfsarbeiter, 1 Bureauvorsteher, 1 Registrator, 1 Materialienverwalter, 2 Kanzlisten, 6 Kanzleihilfsarbeiter, 1 Anstaltsmechaniker, 1 Bureaudiener, 25 Gehilfen, Handwerker und Arbeiter, 5 Laboratorienburschen, 5 Gehilfen und Arbeiter der mechanischen Werkstatt der technischen Hochschule, zusammen 102 Personen.

Vermehrung der Hilfsmittel.

Für den Betrieb der Abteilungen wurden beschafft: 1 Stahlrohrmanometer bis 600 Atm., 1 Wellenrohrmanometer bis 20 Atm., 1 Goertz-Anschütz-Moment-Klapp-Apparat 13 · 18 mit Zubehör, 1 Mikroskop mit binokularem Stativ nach Braus-Drüner von Carl Zeiß, 1 Thermoelement, 1 Quecksilbermanometer, 1 hydraulisches Manometer für Lastanzeigen bis 200 kg, 2 Volumenometer zur Bestimmung des Raumgewichts und spezifischen Gewichts, 1 Trocken-

schrank mit Wasserspülung, 1 Wasserstrahlgebläse, 1 Analysenwage nebst Gewichtssatz, 1 Mohrsche Wage, 1 Windsichter Gary-Lindner, 2 Festigkeitsprüfer 30 kg von Schopper, 1 Garnsortierweise mit Strähnhaspel von Schopper, 2 Shukoffsche Apparate zur Bestimmung des Erstarrungspunktes von Fetten, 1 Laboratoriumszentrifuge, 2 Apparate zur Bestimmung der Verdampfungsmenge von Ölen, 2 Aräometer, 1 Vakuumapparat zur Öldestillation, 1 Petroleumprüfer und 2 Rührer für Kältebestimmungen von Ölen.

Arbeiten der Anstalt.

a. In der Abteilung für Metallprüfung.

Die Inanspruchnahme der Abteilung für Metallprüfung durch Prüfungsanträge erfuhr im Rechnungsjahre 1902 gegen das Vorjahr eine Abnahme.

Erledigt wurden insgesamt 376 Anträge (386 im Vorjahre), von denen 56 auf Behörden und 320 auf Private entfallen. Diese Anträge umfassen etwa 4500 Versuche und zwar unter anderem:

1743 Zugversuche (590 mit Stahl und Eisen, 37 mit Kupfer, 87 mit Legierungen, 161 mit Gußeisen, Stahlguß, Temperguß und Eisenlegierungen, 64 mit Ketten, 147 mit Riemen, 12 mit Drahtseilen, 276 mit Drähten, 44 mit Faserseilen, 48 mit Garnen, 58 mit Konstruktionsteilen, 25 mit Z-Stäben, 24 mit Hartgummi, 56 mit Rohren, 20 mit Dachpappe, 10 mit Leder, 15 mit Isolatoren, 5 mit verschiedenen Materialien. Außerdem 64 mit Stahl, Bronze, Kupfer, Aluminiumlegierung bei höheren Wärmegraden).

392 Druck- und Knickversuche (88 mit Gußeisen, Stahlguß, Temperguß und Eisenlegierungen, 16 mit Legierungen, 32 mit Z-Stäben, 22 mit Brücken- und Konstruktionsteilen, 25 mit Hartgummi, 46 mit Beton- und Mauerwerkskörpern, 15 mit Isolatoren, 19 mit Zementrohren, 86 mit Metallrohren, 2 mit Filz, 1 mit I-Träger. Außerdem 40 mit Hartgummi bei höheren Wärmegraden).

91 Biegeversuche (70 mit Gußeisen, 9 mit Stahl, 7 mit Lagern, 3 mit Legierungen, 1 mit I-Träger, 1 mit einem Konstruktionsteil).

118 Schlagbiege- und Stauchversuche (21 mit Schienen, 3 mit Rädern, 4 mit Lagern, 11 mit Nieten, 69 mit Eisenlegierungen, 10 mit Metallegierungen).

29 Verdrehungsversuche (8 mit Stahl, 20 mit Eisen, 1 mit einem Konstruktionsteil).

21 Versuche auf inneren Druck (4 mit Gasflaschen, 3 mit Bleirohren, 5 mit Schläuchen, 6 mit Ventilen, 3 mit verschiedenen Materialien).

886 technologische Proben (2 Schmiede-, 648 Biege-, 12 Loch-, 69 Scher-, 22 Ausbreite-, 133 Verwindeproben).

19 Belastungsversuche (6 mit Treppen, 5 mit Decken, 2 mit Holzbalken, 6 mit Betonbalken).

15 Maschinenprüfungen,

7 Eichungen von Kontrollstäben,

6 Steinschlagprüfungen,

Reibungsversuche mit 18 Ölen und 1 Lager,

Prüfung von vier Spiegelapparaten und einem Dehnungsmesser,

2 Untersuchungen von Zeichenpapier. Außerdem Versuche mit Isolierglocken,

1 Flaschenzug,
Metallzement und die
Feststellung der Reibung von Geschossen im Gewehrlauf.

Ferner wurden 4 Gutachten abgegeben.

Von den erledigten 376 Anträgen gingen nach folgender Tabelle 362 aus Deutschland und 14 aus dem Auslande ein.

Inland	Beh.	Priv.	Sa.	Ausland	Beh.	Priv.	Sa.
Preußen ohne Berlin . .	27	166	193	Österreich	—	2	2
Berlin	17	91	108	Rußland	—	1	1
Sachsen	3	18	21	Italien	—	1	1
Bayern	3	4	7	Schweden, Norwegen . .	—	1	1
Baden	—	2	2	Holland	—	2	2
Württemberg	—	4	4	Luxemburg	—	4	4
Hamburg, Bremen, Lübeck .	3	13	16	Schweiz	1	2	3
Andere deutsche Staaten .	2	9	11	Ausland	1	13	14
Inland	55	307	362	Inland	55	307	362
				Zusammen	56	320	376

Zu den auf Antrag ausgeführten Untersuchungen ist folgendes zu bemerken:

1. Die gegen das Vorjahr verminderte Inanspruchnahme der Anstalt ist zum Teil dadurch veranlaßt, daß die 500 t-Maschine zwecks Überführung in den Neubau zu Groß-Lichterfelde-West bereits im Monat Oktober 1902 außer Betrieb kam und daher eine ganze Reihe von Versuchen besonders mit größeren Betonquadern nicht zur Ausführung gelangen konnte; zum Teil dürfte sie aber auch mit der anhaltend schwachen Beschäftigung der Industrie im Zusammenhang stehen. Schließlich ist in Betracht zu ziehen, daß die industriellen Werke sich immer mehr selbst mit Einrichtungen für Festigkeitsversuche versehen, die dann auch von den Abnahmebeamten in Benutzung genommen werden. Ein beredtes Zeugnis hierfür ist die stetig wachsende Zahl der Aufträge auf Prüfung von Festigkeitsprobiermaschinen und Meßapparaten.

So wurden im verflossenen Rechnungsjahre 15 Festigkeitsprobiermaschinen untersucht und zwar:

a) 1 Kettenprobiermaschine Bauart Schenck,
b) 1 Seilzerreißmaschine „ Hoppe,
c) 4 Zerreißmaschinen „ Mohr & Federhaff,
d) 2 „ „ Krupp,
e) 1 „ „ Pohlmeyer,
f) 1 Festigkeitsprobiermaschine „ Werder,
g) 1 Zugfestigkeitsprüfer für Zement und Mörtelkörper Bauart Schopper,
h) 1 Betondruckpresse Bauart Brück, Kretschel & Co.,
i) 2 Betondruckpressen „ Martens,
k) 1 Druckpresse „ Amsler.

Die Prüfung erfolgte bei den unter a, b, d, e, f aufgeführten Maschinen mit Hilfe von Kontrollstäben, bei den Maschinen unter c mit Hilfe von Kontrollstäben und durch unmittelbare Gewichtsbelastung und bei der Maschine unter g durch direkte Gewichtsbelastung.

Ferner wurden an verschiedene Versuchsstellen zwecks eigener Kontrolle ihrer Maschinen 7 Kontrollstäbe mit Angabe der Dehnungszahl abgegeben.

An Meßapparaten wurden 6 untersucht und zwar 4 Spiegelapparate Bauart Martens, 1 Dehnungsmesser Bauart Rabut und 1 Federdynamometer.

Bezüglich der Angaben, welche zur Vermeidung von Verzögerungen zweckmäßig gleich bei Stellung der Anträge auf Prüfung von Festigkeitsprobiermaschinen und bei Bestellung der Kontrollstäbe zu machen sind, wird auf die Angaben in dem Bericht über das Rechnungsjahr 1901 nochmals verwiesen[1]).

Im Gegensatz zu der Verminderung der Aufträge auf Ausführung von Abnahmeversuchen für das Inland steht die Zunahme derartiger Versuche im Auftrage auswärtiger Behörden. Letztere scheinen immer mehr zu der Ansicht zu gelangen, daß es sich empfiehlt, besonders in strittigen Fällen die Abnahme des zu liefernden Materials von dem Ausfall der in der Versuchsanstalt ausgeführten Versuche abhängig zu machen.

2. Stetige Zunahme zeigen ferner die Anträge auf Prüfung solcher Materialien, die im Betriebe schadhaft geworden oder gar zu Bruch gegangen sind.

Hier sind zu nennen: Aus dem Kleinbahnbetriebe Untersuchungen von gebrochenen Gußstahlrädern, Achsen und Feldbahnschienen, ferner Versuche mit dem Material einer Königsstange, eines Bohrgestänges und von Verbindungsschrauben, außerdem mehrere Untersuchungen von Kesselblechen und Kochpfannen, Kupferblechen und Rohren. Die letzteren führten zur Aufstellung eines besonderen Apparates zur Ausführung von Dauerbiegeversuchen mit Kupferrohren im erhitzten Zustande. Die einschlägigen Versuche sind noch nicht zum Abschluß gelangt; die Ergebnisse sollen später veröffentlicht werden.

3. Von den Untersuchungen mit Maschinen- und Konstruktionsteilen mögen hier genannt sein:

a) Untersuchungen mit gestanzten Riemenscheiben auf Widerstandsfähigkeit gegen Zusammendrücken unter dem Riemenzug und auf Feststellung des Widerstandes gegen tangentialen Lastangriff;
b) Untersuchungen von gußeisernen Rahmen zur Aufnahme von Luxfer-Prismen für Oberlichte auf Biegungsfestigkeit gegen örtliche Belastung;
c) eine Reihe von Untersuchungen mit verschiedenen Baugliedern zu zerlegbaren Brücken;
d) Belastungsversuche mit Gerüstbindern nach Art der Inanspruchnahme bei der praktischen Verwendung;
e) Prüfung von Grey-Trägern auf Biegungsfestigkeit und Elastizität;
f) Isolatoren auf Tragfähigkeit.

4. An Baukonstruktionen wurden auf Tragfähigkeit bei gleichmäßig verteilter Belastung und Einzellast in der Mitte untersucht:

---

[1]) Mit Rücksicht auf die wiederholten Anfragen nach Abgabe solcher Stäbe möge an dieser Stelle darauf hingewiesen sein, daß die Stäbe von Fall zu Fall für die zu prüfende Maschine besonders gefertigt werden müssen, und daß es sich daher zur Beschleunigung der Abgabe von Stäben empfiehlt, der Anfrage zugleich Maßzeichnungen beizufügen, aus denen die Form und Abmessung der Einspannvorrichtungen und das geringste und größte Maß zwischen den Einspannklauen ersichtlich ist. Ferner ist zugleich anzugeben, bis zu welchen Belastungen die Stäbe benutzt werden sollen. Im allgemeinen werden solche Kontrollstäbe nur für Belastungen bis höchstens 100 t angefertigt. Die Versuchsanstalt übernimmt dann Gewähr, daß die Dehnungszahlen der Stäbe bis auf etwa ± 1 % genau bestimmt werden. Größere Kontrollstäbe bis zu 500 t Probebelastung können ebenfalls angefertigt werden, indessen ist bei diesen der Genauigkeitsgrad nur etwa ± 2 %.

a) eine beiderseits eingemauerte Treppe von 2,74 m Lichtweite,
b) 5 freitragende Treppen von 1,4—2,0 m Breite,
c) 1 Steinbalken, System Eggert, von 8,0 m Spannweite,
d) 2 Steinholzbalken, System Nix, von 2,5 m Spannweite,
e) 2 Steinbalken mit Eiseneinlage, System Döpke, von 5 m Spannweite,
f) 1 Träger aus Zementmauerwerk mit Eiseneinlage, System Bremer, von 4,5 m Spannweite,
g) 2 parabolische Holzbalken, System Hetzer,
h) 4 Decken mit 2 m Spannweite aus Schlackenbeton mit Eiseneinlage, System Starke,
i) 1 Zementbetondecke mit Eisenfedereinlage von 4 m Spannweite und
k) eine einzelne Treppenstufe.

Bei allen diesen Versuchen erfolgte die Belastung mittels hydraulischer Presse.

5. Im Anschluß an die vorgenannten und andere, mittels Gewichtsbelastung von der Abteilung für Baumaterialprüfung ausgeführten Deckenprüfungen, wurden zahlreiche Versuche mit den zum Bau der Decken verwendeten Einlagen auf Festigkeit ausgeführt. Die Forderung dieser Belastungsversuche seitens der Baupolizei scheint dahin zu führen, daß zu den Probedecken Eisen von möglichst hoher Festigkeit verwendet wird. Da nun die Genehmigung der Bauausführungen von Decken nach den geprüften Systemen von dem Ausfall der Versuche abhängig gemacht wird, bisher aber niemals Nachprüfungen der im Bauwesen wirklich verwendeten Eiseneinlagen stattfanden, so scheint es wohl am Platze auf die Wichtigkeit dieser Nachprüfungen hinzuweisen, zumal die Bauausführenden außerstande sind, sich ohne Festigkeitsversuche davon zu überzeugen, ob die verarbeiteten Einlagen die gleichen Eigenschaften besitzen, wie die Einlagen der Probedecken.

6. Untersuchungen mit Kunst- und Natureis ergaben für beide Eissorten die gleiche mittlere Schmelzfähigkeit sowohl in größeren Blöcken als auch in kleineren faustgroßen Stücken. Hierbei hinterließ das Kunsteis keine Schmelzrückstände, das Natureis etwa 8 mg auf 1 kg.

7. Unter den Versuchen über den Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle mögen diejenigen mit Nickel- und Tiegelstahl erwähnt sein. Bei ihnen handelte es sich darum, festzustellen, ob und in welchem Grade die Festigkeitseigenschaften des Materials durch Formänderungen bei Wärmegraden bis zu 350 C° verändert werden. Hierzu wurde zunächst der Einfluß der Wärme an sich auf die Festigkeit der beiden Stahlsorten festgestellt, und dann wurden Streifen bei verschiedenen Wärmegraden gebogen und wieder gerichtet und diese nun bei Zimmerwärme geprüft. Die Zugversuche mit den erhitzten Stäben ergaben, daß die Proportionalitäts- und Streckgrenze für beide Stahlsorten mit wachsender Wärme ziemlich stetig heruntergingen. Die Bruchfestigkeit nahm mit wachsender Wärme zunächst ab und dann wieder zu. Die geringsten Werte für die Festigkeit wurden gefunden für Nickelstahl bei etwa 150 C°, für Tiegelstahl bereits bei 100 C°. Die Bruchdehnung war am geringsten bei 200 C°. Durch das Biegen und Richten wurde die Zugfestigkeit erhöht, die Dehnbarkeit vermindert und zwar war der Einfluß um so größer, je höher die Wärme beim Biegen gewesen war.

Die Proportionalitäts- und Streckgrenze, ermittelt bei Zimmerwärme, wurde durch Richten bei 17 und 100 C° ganz erheblich heruntergedrückt, auch das Richten bei 200 und 250 C° bewirkte Heruntergehen der Proportionalitätsgrenze.

Weitere Warmversuche wurden vorgenommen mit Kupfer, Bronzen, Magnalium und Stahlguß.

8. Die im Rechnungsjahre 1902 ausgeführten Versuche auf inneren Druck erstreckten sich auf stählerne Gasflaschen, Rohre aus Steinzeug und Zement, explosionssichere Gefäße, System Salzkotten, Fassonstücke und Rohre aus Stahlguß. Das Material der Stahlflaschen entstammte teils im Betriebe zerbrochenen Flaschen, teils neuen Flaschen, deren Prüfungen zum Zwecke einer Fabrikationskontrolle ausgeführt wurden.

Mit Sicherheitshülsen für Kohlensäureventile wurden Wasserdruckproben vorgenommen. Die Hülsen sollen bei einem bestimmten, in den Flaschen herrschendem Druck zu Bruch gehen und dann dem Gas Gelegenheit zum Ausströmen bieten. 6 Parallelversuche ergaben Bruchlasten der Hülsen, die nur zwischen 167 und 179 Atm. schwankten.

9. Unter den Versuchen mit Lagermetallen sind hervorzuheben vergleichende Versuche mit Lokomotiv-Achslagern auf Festigkeit der Lagerkonstruktion durch Schlag-, Biege- und Drehversuche.

Das metallographische Laboratorium war im Betriebsjahre mit folgenden Untersuchungen beschäftigt:

a) Einfluß des Mangans und Phosphors in Eisen auf dessen Angriffsfähigkeit gegen Wasser (Fortsetzung).
b) Untersuchung über den Angriff von Eisen und Kupfer in verschiedenen Wasserarten unter verschiedenen Verhältnissen.
c) Untersuchung über die Ursachen der Brüchigkeit von Kupfer.
d) Das Zink und seine Legierungen.
e) Das Gefüge von Eisen-Nickellegierungen.

Bei Gelegenheit der Hauptversammlung des Iron & Steel Institute in Düsseldorf im November 1902 hielt der Leiter des Laboratoriums einen Vortrag: „Überhitzung von weichem Flußeisen", der im Journal of the Iron & Steel Institute abgedruckt ist. Ferner erschien in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure ein Aufsatz desselben Verfassers: „Krankheitserscheinungen in Eisen und Kupfer", nachdem im März 1902 der Verfasser im Bezirksverein deutscher Ingenieure, Berlin, über das gleiche Thema einen Vortrag gehalten hatte.

Für die Abteilung für Metallprüfung wurden 27 Anträge erledigt. Sie verteilen sich auf die einzelnen Länder wie folgt:

Aus	Behörden	Private	Sa.	Aus	Sa.
Inland:				Ausland:	
Preußen ohne Berlin . .	10	6	16	Holland	1
Berlin	—	6	6	Schweiz	1
Sachsen	—	1	1		
Reichsstädte	—	2	2		
	10	15	25		2

Über die Art der Anträge gibt folgende kurze Übersicht Aufschluß:

Ursache des eigenartigen Bruchgefüges in einer Eisenlegierung . . . . in 1 Falle.
Feststellung von Unterschieden des Gefüges innerhalb des Querschnitts von Eisen und Stahl . . . . . in 2 Fällen.

Untersuchung von Elektrolytkupfer auf Oxydulgehalt . . . . . in 1 Falle.
Prüfung einer Eisenlegierung auf Saigerungserscheinungen . . . . . in 1 „
Ursache des Bruches von kupfernen Leitungsdrähten . . . . . in 2 Fällen.
Ermittelung, ob Materialfehler die Ursache des Bruches von Schienen waren in 1 Falle.
Ermittelung, ob der starke Angriff der Oberfläche von Kupferblech durch Gefügefehler bedingt war . . . . . in 1 „
Prüfung von Pochstempeln auf Gefügebeschaffenheit . . . . . in 1 „
Entscheidung, ob ein Material Schweiß- oder Flußeisen ist . . . . . in 2 Fällen.
Feststellung der Ursache der Ausbeulung eines Kesselblechs im Betriebe . . in 1 Falle.
Untersuchung des Gefüges von Werkzeugstahl . . . . . in 1 „
Gutachten über die Ursachen des örtlichen Angriffs von Kupferrohren . . in 1 „
Ermittelung des Schmelzpunktes von Legierungen . . . . . in 1 „
Feststellung, ob ein Material Hüttenkupfer oder Elektrolytkupfer. Prüfung, ob das Material überhitzt war . . . . . in 1 „
Vergleichende Untersuchung über den Angriff von Kupferrohrmaterial durch Süß- und Salzwasser . . . . . in 1 „
Untersuchung von Kupferrohren auf Wasserstoffkrankheit . . . . . in 1 „
Prüfung der Qualität von Schweißeisen . . . . . in 1 „
Ursache der Rißbildung in kupfernen Ausgleichsrohren . . . . . in 1 „
Untersuchung des Materials eines Rohres aus einem Natronlaugeabdampfapparat . . . . . in 1 „
Abgabe von 22 Mikrophotographien von Werkzeugstählen.
Abgabe von 10 Metallschliffen für Studienzwecke.
Abgabe von Abzügen von metallographischen Lichtbildern . . . . . in 2 Fällen.

Zu den einzelnen auf Grund von Anträgen erledigten Arbeiten ist folgendes zu bemerken:

1. Für feinere Festigkeitsuntersuchungen, insbesondere zur Aufklärung von Brucherscheinungen hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, die Probenentnahme auf Grund einer vorherigen mikroskopischen Gefügeuntersuchung vorzunehmen. In vielen Fällen, namentlich bei Flußeisen, ist das Gefüge innerhalb eines Querschnittes durch das Material verschieden, es zeigen sich Zonen. Es ist dann angezeigt, aus den verschiedenen Zonen heraus gesondert Probematerial für die Festigkeitsprüfung zu entnehmen, was dann auch in der Regel zu verschiedenen Zahlenwerten führt. Insbesondere ist dies von Wichtigkeit, wenn an gewissen Stellen des zu untersuchenden Probekörpers durch Eindrehen, Gewindeschneiden usw. die innere Zone bloßgelegt worden ist, also nicht mehr die Festigkeitseigenschaften des gesamten Querschnitts, sondern nur die der inneren Zone in Frage kommen. Besonders auffällig sind die Verschiedenheiten im Verhalten der Zonen bei der Schlagbiegeprobe an eingekerbten Stäben, sie zeigen sich aber auch bei der Zerreißprobe vielfach deutlich. Es läßt sich auf diese Weise eine ganze Reihe von Erscheinungen erklären, die sonst nur als gesetzlose Unregelmäßigkeiten wahrgenommen wurden.

2. Eingehendere mikroskopische Prüfung des Gefüges hat vielfach Aufschluß gegeben über die Art der Behandlung eingesandter Probematerialien. Es ließ sich z. B. feststellen, ob in einer Eisenlegierung Aussaigerungen vorhanden waren, oder nicht. In einem Falle konnte der aufgetretene Bruch als die Folge vorheriger Verletzung des Materials erkannt werden. Ferner konnte in einem Falle unzweifelhaft auf Grund der metallographischen Prüfung festgestellt werden, daß die Ausbeulung eines Bleches aus einem Dampfkessel durch

örtliches Erglühen bedingt worden war. Das Mikroskop gestattete in einfacher Weise die ungefähre Menge der Kupferoxyduleinschlüsse und ihre örtliche Einlagerung in Kupfer festzustellen. Es diente ferner dazu, zu entscheiden, ob Kupfermaterial im Betriebe überhitzt wurde oder nicht. In mehreren Fällen wurde das metallographische Laboratorium zur Feststellung der Ursache von Brüchen in Kupferrohren in Anspruch genommen. Es wurden durch eine Reihe von Untersuchungen als in Betracht kommende Ursachen ermittelt: Die sogenannte Wasserstoffkrankheit[1]), Überhitzung[1]), häufig wiederholte Dauerbeanspruchung.

3. Die Frage, ob ein Material Schweißeisen oder Flußeisen ist, wurde wie in früheren Jahren auch im Berichtsjahre in Streitfällen zur Entscheidung gebracht. Bei eisernen Rohren ließen sich gleichzeitig Angaben darüber machen, ob sie nahtlos, stumpf- oder patentgeschweißt waren.

4. Die Frage des Angriffes von Eisen und Kupfer durch Flüssigkeiten wurde auf Grund einiger Anträge eingehender studiert. In vielen Fällen sucht man die Erklärung für den örtlichen Angriff von Eisen und Kupfer durch Wasser in Materialfehlern, was durchaus nicht immer zutrifft. Die gleichzeitige Einwirkung von Luftblasen und Wasser ist in den meisten der bisher untersuchten Fälle die Ursache der örtlichen Anfressung gewesen. In einem Falle wurden zur Beilegung einer Streitfrage vergleichende Untersuchungen über den Angriff eines Kupfermateriales durch Süß- und Salzwasser ausgeführt. Über die gewonnenen Ergebnisse soll später im Zusammenhang mit anderen berichtet werden.

5. Abgabe von Abzügen von metallographischen Lichtbildern, sowie Anfertigung von Schliffen für Studienzwecke geben Zeugnis von dem allmählich wachsenden Verständnis für die wesentlichen Dienste, die metallographische Verfahren dem Materialprüfungswesen zu leisten imstande sind.

b. In der Abteilung für Baumaterialprüfung.

Die Inanspruchnahme der Abteilung für Baumaterialprüfung ist im Rechnungsjahre 1902 stärker als im Vorjahre gewesen, obgleich nur 609 Aufträge mit 31575 Versuchen gegen 626 Aufträge mit 32580 Versuchen im Vorjahre bearbeitet wurden. Die Aufträge umfaßten zum Teil große Arbeiten, sie verteilen sich wie folgt:

Inland	Behörden	Private	Sa.	Ausland	Private
Preußen ohne Berlin . .	95	334	429	Belgien	1
Berlin	20	30	50	Frankreich	1
Bayern	2	10	12	Holland	2
Sachsen	5	25	30	Italien	1
Württemberg	—	6	6	Österreich-Ungarn . . .	1
Baden	3	5	8	Rußland	1
Andere deutsche Bundesstaaten	2	20	22	Schweden-Norwegen . .	3
Reichsstädte	1	19	20	Schweiz	1
Reichslande	4	17	21		
Ausland	—	11	11		
zusammen	132	477	609	zusammen	11

Die Aufträge bezweckten teils die Kontrolle von Materiallieferungen zu Bauten, teils die Feststellung der Eigenschaften neuer Erzeugnisse oder solcher Baumaterialien, die erstmalig in den Handel gebracht oder nach veränderten Verfahren hergestellt wurden.

[1]) S. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1902 E. Heyn: „Krankheitserscheinungen in Eisen und Kupfer".

Viele Aufträge wurden auf Grund des Verlangens von Baubehörden nach Vorlegung amtlicher Prüfungszeugnisse erteilt.

Von den ausgeführten Versuchen entfallen 18185 auf Bindemittel, 13390 auf Steine aller Art und Verschiedenes. Auf Grund der 609 Aufträge wurden geprüft:

179 (235) Zemente, 3 (7) Zementkalke, 76 (52) Bruchsteinsorten, 84 (67) Ziegelsteinsorten, 26 (104) Betonmischungen, 27 (10) Fußbodenbeläge (Zement- und Tonplatten), 22 (67) künstliche Steine (ohne gebrannte Ziegel), 16 (7) Kalkarten, 11 (19) Traßkalkmörtel, 10 (—) Traßarten, — (1) Gipsart, 19 (29) Arten von Dachziegeln (aus Ton und Zement), 1 (6) Arten von Tonröhren, 6 (10) Arten von Zementröhren, 1 (3) Arten von Dachschiefer, 1 (8) Arten von Linoleum, 11 (1) Arten von Asphaltbelag und -Platten, 6 (4) Arten erhärteten Kalkmörtel, 86 (38) Arten erhärteten Beton, 43 Kalksandsteinsorten, 3 (11) Arten von Stoffen auf Feuersicherheit, 47 (11) Arten feuerfeste Steine, 28 (34) Deckensysteme, 13 (10) Arten Sand, — (1) Arten Glasplatten, 13 (28) verschiedene Materialien (Hochofenschlacke, Asbestschiefer, Anstrichmasse, Steinsalz, Messingsiebe, Holz usw.), 20 (8) Hammerapparate, 34 (3) Mörtelmischer.

Insgesamt 732 Baustoffe und 54 Apparate gegen 712 Baustoffe und 11 Apparate im Vorjahre.

Die Mannigfaltigkeit der beanspruchten Prüfungen war größer als im Vorjahre, die einzelnen Aufträge waren umfangreicher. Die ungewöhnlich starke Beanspruchung in der Prüfung der natürlichen Gesteine hat etwas nachgelassen, so daß die Sägewerke der Aufgabe gewachsen waren und fremde Hilfe nicht in Anspruch genommen zu werden brauchte. Mit Hilfe der Steinsägen der Anstalt wurden über 1000 Probenwürfel von 4—7 cm Seitenlänge aus Hartgestein hergestellt, 2383 Ziegelsteine zerschnitten und eine Anzahl Betonblöcke zugerichtet.

Wiederholt ist das Bedürfnis nach Prüfung der natürlichen Gesteine auf mineralogische Zusammensetzung und geologische Beschaffenheit hervorgetreten. Zur Beteiligung an diesen Prüfungen hat sich die Königliche geologische Landesanstalt in dankenswerter Weise bereiterklärt.

Sehr großen Umfang hatten wieder die Deckenprüfungen, obgleich vielfach wegen Raummangel Beschränkungen eintreten mußten.

Folgende Deckensysteme gelangten zur Prüfung:

a) Massivdecken „System Eggert".
b) Bremersche trägerlose Hohlsteindecke mit Eiseneinlage.
c) Winkeleisen-Steindecken.
d) Cracoanus trägerlose Hohlsteindecke mit Eiseneinlage.
e) Monier-Gewölbe.
f) Bimsbetondecken.
g) Secura-Decke (Hohlsteindecke) ohne Eiseneinlage.
h) Wingensche Massivdecke.
i) Ebene Steindecken.
k) Massivdecke System Kohlmetz.
l) Decken aus Stegzementdielen.
m) Ebene Steindecken mit Eiseneinlage.
n) Siegwartsche Zementhohlbalken.
o) Deckenkonstruktion mit abgestuften Eiseneinlagen.

p) Ebene Steindecken. Dübel- und Anker-Dübel-Decken.
q) Schwemmsteindecke. Anker-Dübel-Decke.
r) Viktoria-Decke.
s) Betondecken.
t) Zylinderstegdecke „System Herbst".
u) Lochträgerbalkendecke.
v) Zementbetondecke mit Eiseneinlage.

Die Mannigfaltigkeit der Konstruktionen sowohl in Stein- als in Zement-Eisen-Bauweise hat hiernach noch zugenommen.

Auf 4 Anträge wurden Brandproben mit eigens hierfür errichteten Versuchshäuschen ausgeführt, wobei folgende Baustoffe und Konstruktionen zur Prüfung gelangten:

1. Kalksandsteine im Vergleich zu sogenannten Rathenower Ziegelsteinen.
2. Wandkonstruktion aus hydraulischen Gußbausteinen (D.-R.-P. 108246).
3. Gepreßte und gefalzte Metalltür.
4. Asbestwand- und Deckenbekleidung.

Alle diese im Freien ausgeführten Versuche haben wiederum im Beisein von Vertretern der Baupolizeibehörden Berlins und Charlottenburgs stattgefunden, welche die Genehmigung zur Anwendung der Stoffe und Konstruktionen von dem Ausfall der Prüfungen abhängig machten.

Großen Umfang hat die Prüfung von Beton angenommen und zwar sowohl von frisch angemachtem, auf der Baustelle bereitetem Beton, als auch von Betonproben, die dem fertigen Bauwerk in erhärtetem Zustande entnommen waren.

Die Prüfung des frischen Betons erfolgte hauptsächlich auf Veranlassung der Ortsbaupolizeibehörden aus der Umgegend von Berlin. Auf Antrag mehrerer Kaiserlicher Oberpostdirektionen wurden Betonwürfel zur Prüfung eingereicht, die über die Materialfestigkeit des Betons Aufschluß geben sollte, aus dem Kabelrohre für Telephon- usw. Leitungen hergestellt werden sollten.

Ausführliche Ziegeluntersuchungen wurden u. a. im Auftrage einer städtischen Behörde ausgeführt, welche die Ziegel zu Sielbauten zu verwenden beabsichtigte.

Die Prüfung von Kalksandsteinen nahm ebenso wie im Vorjahre einen beträchtlichen Raum ein, ein Beweis, daß diese Steine immer größere Aufnahme finden. In einem Falle wurde die Fabrikation solcher Steine laufend kontrolliert. Die Steine dieser Fabrik, deren Festigkeit anfangs innerhalb mäßiger Grenzen schwankte, erreichten schließlich, vermutlich infolge Verbesserung des Fabrikationsverfahrens, erhebliche Festigkeiten. Die Druckfestigkeit einer Versuchsreihe stieg im Mittel sogar auf 280 kg/qcm.

Im Anschluß an umfangreichere Kalksandstein-Prüfungen wurde häufig die Feststellung des Verhaltens gegenüber Feuerwirkung beantragt. Es wird den Antragstellern stets empfohlen, möglichst den Versuch im großen ausführen zu lassen, bei dem die Beanspruchung derjenigen eines wirklichen Schadenfeuers entspricht. Bei dem etwa eine Stunde lang unterhaltenen Holzfeuer wird meist über 1000 C° erreicht. Die Erfahrung hat gelehrt, daß Kalksandsteine, in dieser Weise geprüft, sich meist ähnlich verhalten wie Tonziegel.

Portlandzemente sind nach den Normen in ziemlich beträchtlicher Anzahl geprüft worden. Die meisten Zemente erreichten erhebliche Festigkeiten. Ein Zement lieferte für die Normenmischung nach 28 Tagen Erhärtung unter Wasser 32,8 kg/qcm Zug- und 412,6 kg/qcm Druckfestigkeit. Derselbe Zement in reinem Zustande geprüft, ergab für die gleichen Bedin-

gungen und Erhärtungsdauer die bis jetzt noch nicht erreichte Festigkeit von 86,7 kg/qcm Zug- und 920,0 kg/qcm Druckfestigkeit.

Zemente, bei denen die Vermutung vorlag, daß ihnen nach dem Brennen Hochofenschlacke zugemischt sei, wurden in mehreren Fällen geprüft. In den meisten Fällen gelang es mit Hilfe des von dem Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten empfohlenen, in der Versuchsanstalt im Laufe des Betriebsjahres weiter ausgebildeten Verfahrens, die Menge der Hochofenschlacke mit annähernder Genauigkeit zu bestimmen. Das Verfahren beruht im wesentlichen auf der mechanischen Trennung der Schlacke von dem Zement und der Bestimmung des Sulfidschwefelgehaltes in dem angelieferten Zement, in den schwersten und leichtesten Teilen. Nur in den Fällen, in denen die scharfe Trennung der Schlacke vom Zement nicht möglich war, ließ das Verfahren im Stich.

Prüfungen von abgebundenem Zementmörtel oder Beton, der mangelhaft erhärtet war, sind auch in diesem Betriebsjahre in großer Zahl zur Ausführung gelangt. Meist handelte es sich um Streitfälle, zu deren Regelung die Feststellung der Ursachen des mangelhaften Verhaltens des Mörtels oder Betons im Bau gefordert wurde. Hierbei handelte es sich hauptsächlich um die Feststellung der mechanischen Zusammensetzung der verwendeten Mischung (Mischungsverhältnis von Bindemittel zum Zuschlagmaterial).

Bereits im vorjährigen Berichte ist auf die Unsicherheit dieser Bestimmung aufmerksam gemacht worden. Angesichts jedoch der so häufig an die Abteilung herantretenden Anträge auf Prüfung abgebundener Mörtel- und Betonmischungen muß nochmals auf die Ungenauigkeit der Bestimmung des Mischungsverhältnisses mittels des hierfür eingeführten Verfahrens hingewiesen werden. Näheres über die Ursachen des mangelhaften Verhaltens von Zementmörtel und Beton und deren Feststellung ist aus einer Abhandlung im „Zentralblatt der Bauverwaltung" Jahrgang 1902 Nr. 98 S. 604 zu ersehen. Ähnlich wie bei erhärtetem Mörtel und Beton aus Portlandzement liegt auch die Sache bei Mörtel aus gewöhnlichem Luftkalk. Auch hierbei ist die nachträgliche Feststellung des Mischungsverhältnisses mit Fehlern behaftet. Hierzu kommt noch, daß es keinen Maßstab für die richtige Bemessung des Mischungsverhältnisses bezw. dafür, in welchen Mengen Kalk und Sand gemischt sein müssen, um noch einen brauchbaren Mörtel zu geben, besteht. Zwecklos ist in solchen Fällen die nachträgliche Analyse des Bindemittels, da diese kaum eine zuverlässige Beurteilung über die Güte und Brauchbarkeit des Kalkes vor der Verwendung zuläßt. Selbst wenn der Kalk als mager befunden worden, also ein mehr oder weniger hydraulischer Kalk sein sollte, könnte er nicht verworfen werden, da solche Kalke bekanntlich besser erhärten (auch an der Luft), als Luft- (Fett-) kalke.

Für eine Wasserbauinspektion wurden die Rohrbruchstücke, die aus zerbrochenen Rohren einer Rohrleitung herrührten, geprüft. Durch die Untersuchung sollte festgestellt werden, ob das Zusammenbrechen der Leitung eine Folge minderwertiger Beschaffenheit der verwendeten Zementrohre sei oder des Einflusses der Wässer, die in den Rohren zum Abfluß gelangen, oder etwa der Einwirkung von Stoffen, die sich in dem Boden, in dem die Leitung lagerte, befanden. Die Prüfung ergab, daß die beobachteten Zerstörungserscheinungen auf die ursprüngliche minderwertige Beschaffenheit der Rohre zurückzuführen waren.

Von neuen Baustoffen wurden in umfangreicher Form geprüft: Asbestschiefer (Dachbedeckungsmaterial) und Antiolin (ein fugenloser Fußbodenstoff).

Von Gerichten wurde die Abteilung dreimal in Anspruch genommen. In allen drei Fällen handelte es sich um den Nachweis der Güte von Zement bezw. darüber, ob die in

Frage kommenden Zemente den preußischen Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement entsprachen.

Um eine Zollsache handelte es sich bei der Prüfung von Amarantholz und Ebenholz, durch die festgestellt werden sollte, ob das Amarantholz dem Ebenholz hinsichtlich seiner Eigenschaften (Härte) gleich zu erachten sei. Die beiden Hölzer wurden auf Bruchflächenbeschaffenheit, spezifisches Gewicht, Raumgewicht, Dichtigkeitsgrad und Abschleifbarkeit geprüft. Hierbei ergab sich ein etwas geringeres Gewicht für das Amarantholz, jedoch annähernd gleiche Abnutzung für beide Hölzer.

Die Arbeiten für die Neuregelung der Normen für die Prüfung von Portlandzement sind auch im verflossenen Betriebsjahre fortgeführt worden und haben insofern einen gewissen Abschluß erreicht, als durch Ministerialerlaß („Mitteilungen" 1903 Heft 1) das Verfahren für die Bestimmung des Wasserzusatzes zum Normenmörtel für das Mischen dieses Mörtels und für die Herstellung der Festigkeitsprobekörper festgelegt worden ist.

Die Herstellung und Kontrolle des Normalsandes ist regelmäßig weitergeführt und hat zu keinen Beanstandungen geführt.

Die Versuche mit verschiedenen hydraulischen Bindemitteln im Seewasser sind im Betriebsjahre eingeleitet worden und zwar wurden im Sommer des Jahres 1902 sämtliche Probekörper für Zement „A" auf Sylt hergestellt. Die Anfertigung der Probekörper für die Reihe mit Zement „C" ist im Jahre 1903 bereits ausgeführt worden.

Die Versuche zur Feststellung von Verfahren zur Prüfung von Estrichgips sind im Betriebsjahre fortgesetzt, haben aber bis jetzt leider zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt.

Von Arbeiten der Abteilung sind in den Mitteilungen die folgenden veröffentlicht worden:

1. Vorbericht über die Versuche mit Estrichgips und Gipsmörteln.
2. Zementkabelrohre.
3. Verwitterungen eines Grabdenkmals im Kircheninnern.
4. Ungeeignete Ziegelsteine.
5. Hydraulische Kalke.

---

c. In der Abteilung für Papierprüfung

wurden 1085 Anträge erledigt, 643 im Auftrage von Behörden, 442 im Auftrage von Privaten. Von den 643 Behördenanträgen kamen 526 von preußischen Staatsbehörden, 57 von Reichsbehörden und 60 von städtischen Behörden.

Geprüft wurden 1622 Papiere, 19 Invaliditätskarten-Kartons, 10 Pappen, 2 Dachpappen, 26 Zellstoffe, 1 Papierstoff, 5 Holzschliffe, 1 Halbstoff, 5 Lichtpauspapiere, 5 Filtrierpapiere, 27 Schulhefte, 2 Pausleinen, 50 Gewebe, 11 Garne, 33 Flachse, 1 Seide, 2 Roßhaarproben, 1 Tinte, 3 Festigkeitsprüfer.

Von den 1085 Anträgen gingen 1054 aus dem Inland, 31 aus dem Auslande ein; sie verteilten sich auf die verschiedenen Staaten und Länder wie folgt: (Siehe die Tabelle auf der nächsten Seite oben.)

Die Untersuchung der 1622 Papiere bezweckte in den meisten Fällen die Feststellung der Stoff- und Festigkeitsklasse behufs Einreihung in eine der Verwendungsklassen. Bei den übrigen Papieren wurden einzelne Eigenschaften für besondere Zwecke festgestellt.

Aus Deutschland	Beh.	Priv.	Sa.
Preußen ohne Berlin	543	224	767
Berlin	71	75	146
Baden	5	10	15
Bayern	1	9	10
Braunschweig	1	—	1
Bremen	1	—	1
Hamburg	1	3	4
Hessen	3	—	3
Lippe-Detmold	—	1	1
Lübeck	1	—	1
Mecklenburg	1	2	3
Oldenburg	2	—	2
Reichslande	7	2	9
Reuß	—	12	12
Sachsen	5	58	63
Württemberg	—	14	14
Anhalt	—	2	2
Inland	642	412	1054

Aus dem Auslande	Beh.	Priv.	Sa.
England	—	1	1
Finland	—	1	1
Frankreich	—	2	2
Holland	—	2	2
Österreich	—	8	8
Rußland	—	3	3
Schweden	—	5	5
Schweiz	1	8	9
Ausland	1	30	31
Inland	642	412	1054
zusammen	643	442	1085

Auf die verschiedenen Ansätze der Gebührenordnung verteilen sich die ausgeführten Prüfungen wie folgt:

I. Papierprüfungen.

Ansatz 313[1]) kam zur Anwendung	1036 mal.
„ 300 (Festigkeit und Dehnung)	138 „
„ 301 (Widerstand gegen Zerknittern)	330 „
„ 302 (Aschengehalt)	133 „
„ 305 (Dicke und Gewicht)	21 „
„ 306 (Verholzte Fasern)	11 „
„ 307 (Bestimmung der Art der verholzten Fasern)	1 „
„ 308 (Schätzung der Menge des Holzschliffs)	18 „
„ 309 (Mikroskopische Untersuchung)	30 „
„ 310 (Schätzung des Mengenverhältnisses der Faserarten)	127 „
„ 311 (Verschiedene Untersuchungen, teils chemischer, teils physikalischer, teils mikroskopischer Natur)	166 „
„ 254 (Pappe auf Festigkeit und Dehnung)	2 „
Außertarifmäßig	10 „

II. Stoffprüfungen.

Ansatz 314 (Festigkeit und Dehnung in Schuß und Kette)	36 mal.
„ 315 (Prüfung von Fäden auf Zugfestigkeit und Dehnung mit Bestimmung der Feinheitsnummer und Drehungszahl)	42 „
„ 316 (Bestimmung des Aschengehaltes)	1 „
„ 317 (Bestimmung der Faserart in Schuß und Kette)	34 „
„ 318 (Bestimmung der Fadenzahl auf 1 cm in Schuß- und Kettenrichtung)	4 „
„ 320 (Untersuchung auf Schlichte, Farbe, Stärke, Wasserdurchlässigkeit usw.)	6 „
„ 108 (Prüfung von Festigkeitsapparaten)	3 „
Außertarifmäßige Prüfungen	40 „

[1]) Vollständige Untersuchung eines Papiers nach den Ansätzen 300, 301, 302, 309 und auf Leimfestigkeit.

d. In der Abteilung für Ölprüfung.

Im verflossenen Betriebsjahr, das eine erhebliche Steigerung der Inanspruchnahme der Abteilung mit sich brachte, wurden 867 Proben zu 471 Anträgen geprüft (gegenüber 564 Proben zu 373 Anträgen im Vorjahr). Von den Anträgen entfielen 154 mit 290 Proben auf Behörden, 317 mit 577 Proben auf Private. Auf Länder verteilt gruppieren sich diese Anträge wie folgt:

Aus Inland	Beh.	Priv.	Sa.	Aus Ausland	Beh.	Priv.	Sa.
Preußen ohne Berlin . .	106	124	230	Belgien	—	1	1
Berlin	41	94	135	Niederlande	—	4	4
Bayern	1	4	5	Österreich	—	7	7
Sachsen	—	9	9	Rußland	—	2	2
Württemberg	—	4	4	Rumänien	—	1	1
Andere deutsche Staaten .	6	67	73	Ausland	—	15	15
	154	302	456	Inland	154	302	456
				Summa	154	317	471

Für Behörden wurden 223 Mineralöle, 18 fette Öle (Rüböle, Knochenöle und Gemische von Rüböl und Knochenölen), 12 Gemische von fetten Ölen mit Mineralölen, 1 konsistentes Fett, 13 Petroleumproben, 1 Putzöl, 6 Teerproben, 11 Asphaltlacke, 5 Proben Rindstalg geprüft.

Die für Private untersuchten Proben betrafen 341 Mineralöle, 14 fette Öle, 48 Gemische von fetten Ölen und Mineralölen, 26 konsistente Fette, 82 Petroleumproben, 23 Paraffine, 2 Wachsproben, 7 Cerefine, 2 Harzöle, 2 Benzine, 8 Rohbenzine, 3 Rohöle, 2 Oleïne, 1 wasserlösliches Öl, 2 Seifenlaugen, 1 Hahnschmiere, 1 Rückstand, 2 Wasserproben, 1 Thermometer.

Von Apparaten wurden 9 Pensky-Martenssche Flammpunktsprober geprüft.

Zwei Gutachten wurden ausgestellt.

Aus vorstehend genannten Untersuchungen ist folgendes hervorzuheben:

Ein bei Zimmerwärme dickflüssiges Roherdöl wurde einer eingehenden Prüfung auf seine Verarbeitungsfähigkeit durch Destillationsversuche und Paraffinbestimmungen unterzogen. Die Masse erwies sich als ein benzinfreies, leuchtölarmes, jedoch stark paraffinhaltiges Rohöl.

Ein zur Untersuchung eingereichter dunkler Rückstand, welcher sich im Schieberkasten eines Dampfzylinders abgelagert hatte, bestand aus grün gefärbtem reinem Mineralöl, Eisenverbindungen, mechanischen Verunreinigungen, wie Holzteilchen usw. und sehr beträchtlichen Mengen Wasser.

Zwei Teerproben, über deren Zollpflichtigkeit Zweifel entstanden waren, hatten sich bei der hier vorgenommenen Prüfung als roher zollfreier Steinkohlenteer erwiesen. Infolge von Einwendungen, die gegen das Gutachten der Anstalt erhoben wurden, fand eine nochmalige ergänzende Prüfung der Teere statt. Die Proben enthielten sämtliche, dem rohen Steinkohlenteer eigentümliche Bestandteile, wie leichte Benzolkohlenwasserstoffe, Phenole, Naphthalin, Anthracen und Basen. Beimengungen wie Mineralöl, Terpentinöl, die als typische Bestandteile von Asphaltlacken anzusehen sind, waren in den Proben nicht nachweisbar. Auch als künstliches Gemisch von Steinkohlenpech und leichtem Steinkohlenteeröl, das zolltechnisch als

Mineralöl gilt, waren die Teere nicht anzusehen. Auf Grund der Eintrocknungsproben, welche nach dem Kommentar zum Zolltarif neben der chemischen Zusammensetzung bei der Unterscheidung von Asphaltlack und Steinkohlenteer herangezogen werden, lassen sich nach den gemachten Erfahrungen nicht immer scharfe Unterschiede zwischen Asphaltlack und Steinkohlenteer aufstellen, zumal auch roher Steinkohlenteer selbst oft an Stelle von Asphaltlack benutzt werden kann (z. B. für Eisenteile).

Die Nachprüfung bestätigte hiernach vollkommen das Ergebnis des ersten Gutachtens, sie erstreckte sich noch auf 2 aus den Beständen der Anstalt entnommene Teere und 11 aus dem Handel bezogene Asphaltlacke, wobei insbesondere vergleichende Prüfungen des Eintrocknungsvermögens der Teer- und Asphaltlacke ausgeführt wurden.

Ein zur Prüfung vorgelegtes eingedicktes fettes Öl zeigte die Eigenschaften eines durch Einblasen von Luft bei hohen Wärmegraden eingedickten Rüböls (erhöhtes spezifisches Gewicht, erhöhte Reichert-Meißlsche Zahl, erniedrigte Jodzahl, erhöhte Verseifungszahl, beträchtlichen Gehalt an Oxysäuren).

Zwei Wollolеïne, welche sich beim Gebrauch schlecht bewährten (die damit eingefetteten Stoffe zeigten nach der Behandlung mit dem Olеïn Streifen und Flecken), wurden auf Zusammensetzung geprüft. Beide Proben enthielten beträchtliche Mengen unverseifbarer Bestandteile mineralölartiger Beschaffenheit, außerdem eine der Proben etwa 10 % Harz; wahrscheinlich waren auf diese Umstände die vom Antragsteller beobachteten Mißstände zurückzuführen.

Zwei Seifenlaugen, welche beim Bohren und Fraisen Verwendung finden sollten, wurden auf Zusammensetzung und auf Angriffsvermögen auf Gußeisen und Stahl geprüft.

Konsistente Maschinenfette, Achsenlagerfette, Zahnradfette wurden auf Schmelzpunkt, Seifen- und Wassergehalt geprüft. Hierbei erwies es sich als zweckmäßig, die freie Säure entweder durch mehrfach wiederholtes Auskochen mit 80prozentigem Alkohol oder durch Behandeln mit heißem Benzin und Filtrieren des erkalteten Gemisches auszuziehen.

Im ersteren Fall mußte die Kohlensäureabsorption des Alkohols durch blinden Versuch ermittelt werden.

Eine Hahnschmiere wurde auf ihre Veränderlichkeit bei höheren Wärmegraden, auf Gehalt an Säuren, alkalischen Bestandteilen und sonstigen metallschädlichen Stoffen, sowie auf das Verhalten bei ihrer Benutzung an den Messinghähnen eines Dampfüberhitzers und eines Dampfkessels geprüft. Die Schmiere zeigte zwar in offenen Gefäßen erhitzt bei höheren Wärmegraden starke Verdampfbarkeit, jedoch erwies sich diese beim praktischen Gebrauch nicht als störend.

Gelegentlich einer vergleichenden Untersuchung verschiedener bekannter Marken von Paraffinkerzen, Brillantparaffinkerzen und Rohparaffinen zeigte sich, daß die auf Kennzeichnung des Weichparaffins hinauslaufenden Prüfungen (Bestimmung des Erstarrungs- und Schmelzpunktes, Biegeprobe, Bestimmung der Art und Menge des Weichparaffins) in erster Linie von Wichtigkeit für die Beurteilung der Kerzen sind; bezüglich der Einzelheiten dieser Arbeit sei auf die Abhandlung in den Mitteilungen 1902, S. 241—251 verwiesen.

Ein wasserlösliches Öl wurde auf Zusammensetzung, 2 Ceresinproben wurden auf Kolophoniumgehalt und Tropfpunkt, 2 weitere Ceresine auf Gehalt an verseifbarem Fett geprüft.

Über die im letzten Berichtsjahr ausgeführten wissenschaftlichen Arbeiten ist folgendes mitzuteilen:

Das Verfahren zur Bestimmung von Asphaltpech, das bereits früher für nicht zu zähflüssige Öle ausgearbeitet war, ist inzwischen den Anforderungen der Praxis entsprechend auch für dickflüssige dunkle Zylinderöle brauchbar gestaltet worden. Bei den Fällungen der Peche durch Alkohol in ätherischer Lösung werden bei Zylinderölen neben den dunklen Pechstoffen meistens auch merkliche Mengen Paraffin mit ausgefällt. Diese müssen demnach in geeigneter Weise (durch Auskochen mit absolutem oder 96prozentigem Alkohol) aus dem zur Wägung zu bringenden Pech entfernt werden. Der Schmelzpunkt der meisten der auf diese Weise abgeschiedenen Paraffine lag wenige Grade über 70 C°; die Paraffine zeigten also erdwachsartigen Charakter.

Durch frühere Untersuchungen (s. Mitteilungen 1895) war gezeigt worden, daß paraffinhaltige Petroleumproben in der Kälte verschiedene Konsistenz haben, je nachdem sie in frischem Zustand abgekühlt waren oder diese Abkühlung erst erfolgte, wenn die Proben vorher auf einen etwas höher liegenden Kältegrad gebracht waren. Ähnliche Beobachtungen wurden kürzlich bei der Prüfung eines Gemisches von Knochenöl und Rüböl gemacht. Wenn also Proben nicht im frischen Zustand geprüft werden, müssen stets Angaben über die Art der Vorbehandlung gemacht werden.

Für die quantitative Bestimmung der Verdampfbarkeit schwerer Mineralöle, welche für die Beurteilung von Heißdampfzylinderölen, Transformatorenölen usw. Interesse hat, waren bislang in Deutschland keine einheitlichen Vorschriften und Versuchsbedingungen festgelegt; aus diesem Grunde wurde in Anlehnung an den Penskyschen Prober ein Apparat konstruiert, welcher für alle Fälle eine einheitliche und zuverlässige Bestimmung der Verdampfbarkeit gestattet.

Aus Olivenöl wurden außer den schon früher gewonnenen festen gemischten Glyzeriden flüssige gemischte Glyzeride von sehr dickflüssiger Beschaffenheit abgeschieden, die sich als Verbindungen von Glyzerin mit 2 Molekülen Ölsäure und 1 Molekül einer gesättigten festen Fettsäure erwiesen und für die Betrachtung der Erstarrungsverhältnisse von Olivenöl und anderen fetten Ölen von Interesse waren.

Das bisher noch nicht auf seine Eigenschaften untersuchte fette Öl der Samen des Stechapfels (Datura Strammonium) wurde einer eingehenden Prüfung unterzogen und als leicht veränderliches, bei + 50 C° ziemlich schnell, bei Zimmerwärme langsam trocknendes Öl gekennzeichnet.

Über alle vorstehenden Untersuchungen ist in den „Mitteilungen" 1902 und 1903 berichtet worden.

Studienreisen.

Die im Berichtsjahre von den Beamten ausgeführten Studien- und Dienstreisen, der Besuch der Düsseldorfer Gewerbeausstellung, die Teilnahme an den Versammlungen technischer Vereine und an den Arbeiten des Internationalen und des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik wirkten außerordentlich anregend auf die Beamten.

Der Direktor besuchte die Düsseldorfer Gewerbeausstellung, nahm teil an den Versuchen mit Flammrohren bei der Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven und an der Vorstandssitzung des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in Wien.

Professor Rudeloff besuchte die Düsseldorfer Gewerbeausstellung und nahm an der Hauptversammlung der Eisenhütte Oberschlesiens in Gleiwitz teil.

Professor Gary besuchte die Düsseldorfer Gewerbeausstellung und die Portland-Zement-Fabrik Hansa in Haiger.

Professor Herzberg besuchte die Düsseldorfer Gewerbeausstellung und daran anschließend auf einer Studienreise die Konditionieranstalten und Webeschulen in Krefeld und Elberfeld, die Rheinische Papier- und Pergamentpapierfabrik in Neuß, die Hanf- und Flachsspinnereien in Viersen, Dülken, Bielefeld und Schildesche.

Professor Dr. Holde besuchte die Düsseldorfer Gewerbeausstellung und daran anschließend auf einer Studienreise die Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker, die Farbenfabriken von Bayer & Co. in Leverkusen, die Webe- und Färbereischulen in Krefeld, die Gasmotorenfabrik Deutz und Gebrüder Körting, Hannover, und ferner in London das Government Laboratory, das County council Laboratory, das Sir John Caß Institute, das neue Petroleuminstitut von Dvorkowitsch, die Versuchs- und Prüfungslaboratorien von Dr. Lewkowitsch und Hehner, sowie die Laboratorien von Professor Ramsdy und Armstrong.

Professor Heyn besuchte die Düsseldorfer Gewerbeausstellung.

Ständiger Mitarbeiter Dalén besuchte auf einer Studienreise folgende Zellstoff- und Papierfabriken: Cröllwitz bei Halle; Gebrüder Dietrich, Merseburg; Oskar Dietrich, Weißenfels; Schröderſche Papierfabrik in Golzern; Patentpapierfabrik Penig; Hugo Hoesch, Königstein; Vereinigte Papierfabriken Bautzen; Eichberger Papierfabrik bei Hirschberg; L. Piette in Freiheit in Böhmen, sowie die Tintenfabrik von Leonhardi in Loschwitz bei Dresden.

Den Leitern der genannten Werke und Laboratorien ist die Versuchsanstalt für ihr außerordentliches Entgegenkommen großen Dank schuldig.

Neubau.

Der Neubau der Versuchsanstalt in Groß-Lichterfelde-West, für den für das Rechnungsjahr die zweite Baurate mit 700000 Mark bewilligt war, ist im verflossenen Etatsjahr fast ganz im Rohbau fertiggestellt. Er wird im kommenden Jahre für die mechanisch-technische Versuchsanstalt bereits in Benutzung kommen, während die chemisch-technische Versuchsanstalt im April 1904 aufgenommen werden wird.

B. Chemisch-technische Versuchsanstalt.

Die Tätigkeit der Chemiker wurde durch folgende umfangreiche Arbeiten in Anspruch genommen:

1. Prüfung der Tropfpunktsbestimmungsmethode der zolltechnischen Unterscheidung von Ceresin und Paraffin.
2. Untersuchungen über den Nachweis von Terpentinöl und Kienöl in Rosmarinöl.
3. Untersuchungen über die Erkennung von Ferrozyankalium in gebrauchten Gasreinigungsmassen.

Außer diesen Untersuchungen wurden in dem genannten Etatsjahr 612 Analysen erledigt. Von diesen entfielen auf Reichsbehörden 22, auf Staatsbehörden 135, auf Private 455 und zwar klassifizieren sich dieselben nach Art der Materie wie folgt:

a. Anorganische Materien.

Metalle und Metallegierungen 170; Erze, Mineralien, Schlacken, Oxyde 55; Sand, Ton, Ziegel, Kalksandziegel 8; Kalkstein, Kalk, Zement, Mörtel 22; Wasser, Solen, Salze, Laugen 50; Mineralfarben 32; Calciumkarbid 1. Zusammen 338.

Von den 170 Analysen von Metallen und Metallegierungen entfallen auf Roheisen, Eisen, Stahl und Stahllegierungen 49; Kupfer 15; Zinn 8; Zink 8; Messing 21; Bronze 17; andere Metalle 32; andere Metallegierungen 20.

b. Organische Materien.

Fette, fette Öle, Mineralöle, Teeröle, Terpentinöl, Kienöle, Asphalt usw. 73; Brennmaterialien (Kohlen, Briketts, Koks) 115; andere organische Stoffe (Seifen, Papier, Harzleim usw.) 64. Zusammen 252.

c. Tinten.

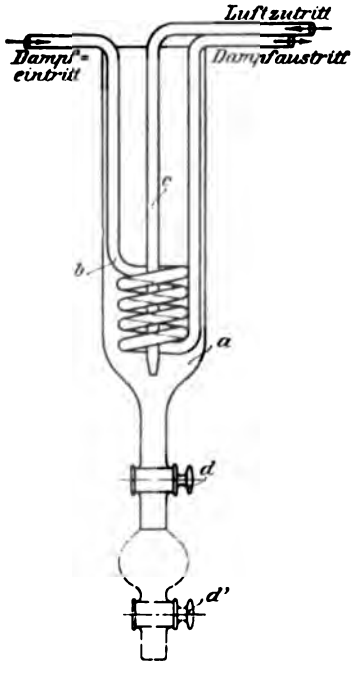
Tinten der Klasse I, Eisengallustinten, 21; Tinten der Klasse II, Blauholztinten, 1. Zusammen 22.

---

3. Scheidevorrichtung für verschieden schwere Flüssigkeiten.

Vom Vorsteher der Abteilung für Ölprüfung, Professor Dr. D. Holde.

Beim Auswaschen der mit konzentrierter Schwefelsäure raffinierten schweren oder leichteren Mineralöle mit Laugen und Wasser zeigen sich bekanntlich störende Emulsionen, welche im Laboratorium, wo diese Auswaschungen gewöhnlich im Scheidetrichter vorgenommen werden, schwierig zu überwinden sind. Die Auswaschungen müssen bei schweren Ölen sehr heiß und unter starkem Schütteln vorgenommen werden, damit sich das Öl möglichst gut von der unteren Waschflüssigkeit trennt. Für solche Arbeiten ist der Scheidetrichter bekanntlich wenig geeignet, zumal auch in ihm die Erhitzung nicht genügend hoch getrieben werden kann. Daeschner hilft sich bei Raffinationsversuchen gegenüber diesen Schwierigkeiten so, daß er den Scheidetrichter zwecks Erhitzung in einen besonders konstruierten Trockenofen bringt[1]).



Um schneller und bequemer zum Ziele zu kommen, habe ich für den Laboratoriumsbedarf eine kleine Raffinationsvorrichtung ganz nach dem Prinzip der im Großbetriebe gebrauchten Raffinationsapparate konstruiert[2]). Der Apparat (s. Skizze) besteht aus dem je nach Bedarf $^1/_2$—2 Liter enthaltenden zylindrischen Gefäß a mit konischem Boden und Ablaßhahn d[3]) zum Ablassen der schwereren Waschflüssigkeit, einer aus Aluminium oder bestgekühltem Glase be-

[1]) Chem. Ztg. 1903, Seite 121.

[2]) Wahrscheinlich werden auch in der Fabrikpraxis, wie mir inzwischen auch mündliche Mitteilungen bestätigten, ähnliche Vorrichtungen gelegentlich benutzt, jedoch sind mir Veröffentlichungen hierüber bisher nicht bekannt geworden.

[3]) Ein zweiter unterer Glashahn kann eventuell dazu dienen, die beim Ablassen durch den oberen Hahn durchgegangenen kleinen Mengen Öl von dem Rest der Waschflüssigkeit zu trennen.

stehenden Dampfschlange b, welche zum Erhitzen der zu mischenden Flüssigkeiten dient und dem gläsernen Luftzuführungsrohr c, das zum Rühren der Flüssigkeiten durch den Luftstrom eines Wasserstrahlgebläses dient. Man kann erforderlichenfalls, wenn man auch mit Säure in dem Apparat raffinieren will, seitlich unten am Gefäß noch einen Ablaßhahn anbringen, wie dies in der Praxis vielfach gebräuchlich ist, um das Öl von den Säureharzen zu trennen. Auch kann man das Gefäß oben, um Verspritzen zu vermeiden, mit einem Deckel versehen, durch welchen Dampf- und Luftzuführungsrohr hindurchgehen, indessen sind schon bei der offenen Form des Apparates, wenn nicht zu hoch aufgefüllt wird, Verspritzungen nicht zu befürchten. Das Trocknen der gewaschenen Öle kann wie in der Praxis unter Durchleiten von Luft durch das stark erhitzte Öl erfolgen. Der Apparat kann selbstverständlich auch für andere Zwecke der Heißauswaschung von verschieden- schweren Flüssigkeiten, wie sie im organischen Laboratorium vielleicht hier und da in Betracht kommen, benutzt werden. Die Brauchbarkeit des Apparates, welcher von der Firma Dr. Peters & Rost, Berlin N. in guter Ausführung geliefert worden ist, habe ich bei der Raffination von Ölen an einem Modell von $^3/_4$ Liter Inhalt erprobt.

4. Zur Frage der Prüfung plastischer Mörtel.

Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary.

In der Kommission 22 des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, welche die Trägerin des eigentlichen Grundgedankens des Verbandes ist, indem ihr die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren auf internationaler Grundlage obliegt, wurde die Prüfung „plastischer" Mörtel angeregt, mit dem Endziele, bei der Prüfung der hydraulischen Bindemittel annähernd dieselben Verhältnisse zugrunde zu legen, wie sie in der Praxis herrschen. Bevor man indessen die Prüfung plastischer Mörtel empfiehlt und in das Versuchswesen einführt, ist zweierlei festzustellen, nämlich:

1. stehen die mit plastischen Mörteln gefundenen Prüfungsergebnisse in gesetzmäßigen Beziehungen zu den Ergebnissen, die mit erdfeucht eingerammten Mörteln gefunden werden und bejahenden Falls, wie sind diese Beziehungen,
2. wie groß sind die Schwankungen zwischen den Einzelwerten jeder Versuchsreihe bei plastischen Mörteln im Vergleich zu den erdfeucht eingerammten Mörteln, d. h. mit welchem Grade der Unsicherheit ist das Prüfungsverfahren behaftet.

Um über beide Fragen Auskunft zu geben, sind in der Versuchsanstalt Versuche angestellt worden, über deren Ergebnisse nachstehend berichtet wird.

Reiner Zement.

Auf Anregung des Vorstandes des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik wurden zunächst drei Versuchsreihen zur Untersuchung der Selbstfestigkeit der Zemente angestellt und dazu drei typische Zemente ausgewählt, nämlich:

A. ein guter Portlandzement, auf nassem Wege hergestellt, im Dietzsch-Ofen gebrannt;
B. ein guter Portlandzement, auf trockenem Wege hergestellt, im Drehrohrofen gebrannt;
C. ein guter Eisenportlandzement im Steinschen Schachtofen gebrannt.

Die allgemeinen Eigenschaften der Zemente und ihre Normenfestigkeit zeigt Tab. 1.

Die Festigkeiten des reinen Zementes und zwar des erdfeucht angemachten, wie üblich in die Formen eingerammten und des mörtelgerecht angerührten, nur in die Formen eingefüllten enthält Tab. 2.

Tabelle 1. **Prüfung**

Alle drei Zemente erwiesen

Bezeichnung	Spezifisches Gewicht des geglühten Zementpulvers	Glühverlust des Zementpulvers %	Ein Liter Zement wog eingelaufen kg	Ein Liter Zement wog eingerüttelt kg	Wasser im reinen Zement für sirupartige Beschaffenheit %	Wasser im reinen Zement für die Abbindeprobe %	300 g Zement mit der in Spalte 8 angegebenen Wassermenge angemacht ergaben: Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärmeerhöhung beim Abbinden C°	Während der Bestimmung der Abbindezeit betrug im Durchschnitt die: Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %
A	3,206	1,63	1,213	2,017	31,0	25,0	a. 6^{00} b. 9^{30}	0,7	17,0	16,8	85
B	3,193	2,53	1,179	1,812	33,5	28,2	a. 3^{00} b. 8^{00}	3,25	16,5	16,0	60
C	3,046	2,90	1,086	1,826	36,0	29,5	a. 3^{45} b. 7^{30}	5,6	17,0	16,7	70

Tabelle 2. **Festigkeit von Probekörpern aus reinem Zement.**

Zementmarke	A				B				C			
Versuch Nr.	Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Mörtelgerecht eingefüllte Probekörper p.												
Wasser	29 %				32 %				36 %			
1	38,0	54,4	18000	29370	28,7	36,0	11850	18500	17,9	29,6	7450	14750
2	37,0	51,9	15600	26960	27,8	36,5	13150	16550	21,4	37,7	7200	14100
3	34,6	57,2	17300	27920	25,4	36,1	12350	20100	16,3	28,6	7700	14100
4	43,0	62,5	16500	26960	29,5	35,1	12400	17600	17,1	37,3	7000	14800
5	38,7	46,5	17800	26960	30,8	34,2	12450	17400	19,3	30,9	6900	14200
6	35,1	48,2	16900	26710	28,7	32,2	11850	17150	13,5	26,6	7600	14800
7	45,9	54,7	17000	26470	26,5	36,7	11800	17050	18,0	30,9	7400	15500
8	37,6	54,3	16500	28890	23,0	32,2	12550	17350	18,4	30,4	7800	13900
9	40,0	49,7	17200	28890	24,6	35,4	12100	16700	22,9	34,8	5800	14200
10	42,2	60,7	18300	27920	29,8	39,9	11300	16750	15,3	36,8	7000	13900
Mittel	**39,2**	**54,0**	**17110**	**27705**	**27,5**	**35,4**	**12180**	**17515**	**18,0**	**32,4**	**7185**	**14425**
Erdfeucht eingeschlagene Probekörper e.												
Wasser	17 %				19 %				20 %			
1	69,2	67,6	27600	35410	49,0	57,9	18200	25300	55,4	58,2	16500	27200
2	68,8	62,0	28600	36130	46,0	55,8	16200	24100	51,8	65,7	16900	27200
3	57,8	62,5	27100	37340	53,0	63,8	16900	24300	50,6	57,4	17300	27900
4	58,0	59,2	22800	35890	51,2	64,1	16100	23750	50,6	69,2	18000	27300
5	60,6	69,0	27400	29610	58,4	51,7	18700	23800	51,1	64,8	19200	28600
6	62,0	57,2	27100	33960	56,7	50,0	17300	24350	55,5	64,4	18600	26400
7	67,6	63,3	25300	34440	47,8	55,0	18200	26000	48,8	59,8	18900	27400
8	64,8	67,0	23500	35410	53,1	53,7	18000	23400	50,4	70,0	19100	27400
9	66,8	58,0	24300	36620	50,0	56,2	18700	25300	48,1	72,9	19600	27200
10	60,1	65,8	24000	32990	53,7	58,4	18700	24800	49,2	67,4	19100	28000
Mittel	**63,6**	**63,2**	**25770**	**34780**	**51,9**	**56,7**	**17700**	**24510**	**51,2**	**65,0**	**18320**	**27460**

von drei Zementen.

sich als raumbeständig.

Siebrückstände auf Maschen für 1 qcm					Wasser in den Mörtelproben	1 Gewtl. Zement und 3 Gewtl. Normalsand					
						Zugproben Zerreißungsquerschnitt = 5 qcm			Druckproben Gedrückte Fläche = 50 qcm		
5000	900	600	324	180		Zugfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht nach dem Einschlagen $\frac{G}{J_m}$	Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht nach dem Einschlagen $\frac{G}{J_m}$
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage	
18,0	2,0	1,4	0,0	—	8,5	20,7	25,9	2,271	171,2	244,6	2,237
16,0	1,6	1,0	0,2	—	8,5	21,5	26,8	2,332	131,6	258,7	2,231
12,0	0,2	0,0	—	—	8,5	20,4	25,7	2,303	187,8	285,4	2,228

Die Festigkeiten der erdfeucht eingerammten Proben sind durchweg beträchtlich — zum Teil über 100 % — höher als die der mörtelgerecht eingefüllten, indessen ist das Verhältnis der erdfeuchten e zu den plastischen Körpern p nicht bei allen Zementen das gleiche.

Es beträgt

		für Zugproben		für Druckproben		
		nach 7 Tagen	nach 28 Tagen	nach 7 Tagen	nach 28 Tagen	im Mittel
$\frac{e}{p}$ für	A =	1,6	1,2	1,5	1,3	1,4
	B =	1,9	1,6	1,5	1,4	1,6
	C =	2,8	2,0	2,6	2,1	2,4

Der Quotient ist für Zugproben meist größer als für Druckproben.

Besonders groß ist der Quotient für den Eisenportlandzement. Um festzustellen, welches Verfahren die größere Sicherheit bietet, wurden die Abweichungen jedes Einzelwertes vom zugehörigen Mittelwert berechnet (Tab. 3) und für jedes Herstellungsverfahren der Körper sowie für Zug- und Druckfestigkeit getrennt gruppenweise zusammengestellt (Tab. 4).

Die Fig. 1 enthält die so entstandenen Häufigkeitskurven, in denen die Häufigkeit der Wiederkehr der Abweichungen, zusammengefaßt in Gruppen zu je 5 % bezogen auf 100, zum Ausdruck kommt. Die punktierten Linien beziehen sich auf die plastischen (eingefüllten), die ausgezogenen auf die erdfeuchten (eingerammten) Proben.

Die plastisch hergestellten Zugproben ergeben hiernach größere Abweichungen vom Mittel als die erdfeucht gerammten; bei den Druckproben kehrt sich das Verhältnis um, sie werden übereinstimmender bei Verwendung von weichem Mörtel.

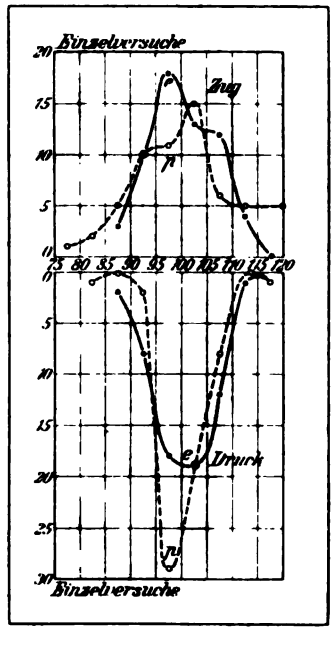


Fig. 1.

Häufigkeit der Abweichungen vom Mittelwert 100 der Zug- und Druckfestigkeit von reinen Zementen plastisch ---- und erdfeucht — eingeformt.
240 Versuche.

Tabelle 3. Verhältniszahlen der Ergebnisse aus Tab. 2.

Zementmarke	A				B				C			
Versuch Nr.	Zug		Druck		Zug		Druck		Zug		Druck	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
	Eingefüllt p.											
1	97	101	105	106	104	102	98	106	100	91	104	102
2	94	96	91	97	101	103	108	95	119	116	101	98
3	88	106	101	101	92	102	101	115	91	88	108	98
4	110	116	96	97	107	99	102	101	95	115	98	103
5	99	86	104	97	112	97	102	99	107	95	97	98
6	90	89	99	96	104	91	97	98	75	82	107	102
7	117	101	99	96	96	104	97	97	100	95	104	107
8	96	101	96	104	84	91	103	99	102	94	102	96
9	102	92	101	104	90	100	99	95	127	107	81	98
10	108	112	107	101	108	118	93	96	85	114	98	96
	Eingerammt e.											
1	109	107	107	102	95	102	103	103	108	90	90	99
2	108	98	111	104	89	99	92	98	101	101	92	99
3	91	99	105	107	102	113	96	99	99	88	94	102
4	91	94	88	103	99	113	91	97	99	106	98	99
5	95	109	106	85	113	91	106	97	100	100	105	104
6	98	91	105	98	109	88	98	99	108	99	102	96
7	106	100	98	99	92	97	103	106	95	92	103	100
8	102	106	91	102	102	95	102	95	98	108	104	100
9	105	92	94	105	96	99	106	103	94	112	107	99
10	95	104	93	95	103	103	106	101	96	104	104	102

Tabelle 4. Häufigkeit der Abweichungen (Fig. 1)

vom Mittelwert 100 der Zug- und Druckfestigkeit von reinem Zement nach 7 und 28 Tagen Erhärtung unter Wasser und bei Anwendung von zwei Herstellungsverfahren. Die in Klammern beigefügten Zahlen bedeuten Prozente aller Einzelversuche.

Häufigkeit	Mörtelgerecht eingefüllt		Erdfeucht eingerammt	
	Zug	Druck	Zug	Druck
75— 80	1 (2)	0	0	0
80— 85	2 (3)	1 (2)	0	0
85— 90	5 (8)	0	3 (5)	2 (3)
90— 95	11 (18)	2 (3)	10 (17)	8 (13)
95—100	10 (17)	29 (48)	18 (30)	18 (30)
100—105	15 (25)	19 (32)	13 (22)	19 (32)
105—110	6 (10)	8 (13)	12 (20)	12 (20)
110—115	5 (8)	0	4 (7)	1 (2)
115—120	5 (8)	1 (2)	0	0

Über die Unterschiede in den Raumgewichten der Körper gibt Tab. 5 Aufschluß.

Tabelle 5. Raumgewichte von plastisch und erdfeucht hergestellten Probekörpern.

Zement-bezeichnung	Mörtelgerecht eingefüllt p				Erdfeucht eingerammt e			
	1 Tag		28 Tage		1 Tag		28 Tage	
	Zug-probekörper	Druck-probekörper	Zug-probekörper	Druck-probekörper	Zug-probekörper	Druck-probekörper	Zug-probekörper	Druck-probekörper
A	2,230	2,118	2,289	2,166	2,332	2,217	2,405	2,268
B	2,114	2,054	2,201	2,121	2,274	2,163	2,362	2,220
C	1,983	1,915	2,055	1,969	2,128	2,034	2,201	2,107

Normalmörtel.

Im laufenden Dienst wurde eine Anzahl geeignet erscheinender Zemente, deren normenmäßige Prüfung beantragt war, gleichzeitig mit der normenmäßigen Probenfertigung auch mörtelgerecht (plastisch) mit drei Gewichtsteilen Normalsand gemischt, eingeformt, indem die eisernen Formen vollgefüllt und leicht abgestrichen wurden, und im übrigen wie die Normenproben behandelt.

Die allgemeinen Eigenschaften der verwendeten Zemente sind aus Tab. 6 ersichtlich. Sie entstammten den verschiedensten Fabriken, waren aber alle raumbeständig und entsprachen, was Feinheit der Mahlung und Festigkeit angeht, den Anforderungen der Normen. Die Ergebnisse der Festigkeitsversuche sind in Tab. 6 als Mittelwerte enthalten (die auf die plastischen Mörtel bezüglichen durch fetten Druck hervorgehoben). Tab. 7 umfaßt alle Einzelwerte (die darüber gedruckten kleinen Ziffern sind die Verhältniszahlen), und in Tab. 8 sind die Quotienten $\frac{e}{p}$ einander gegenübergestellt.

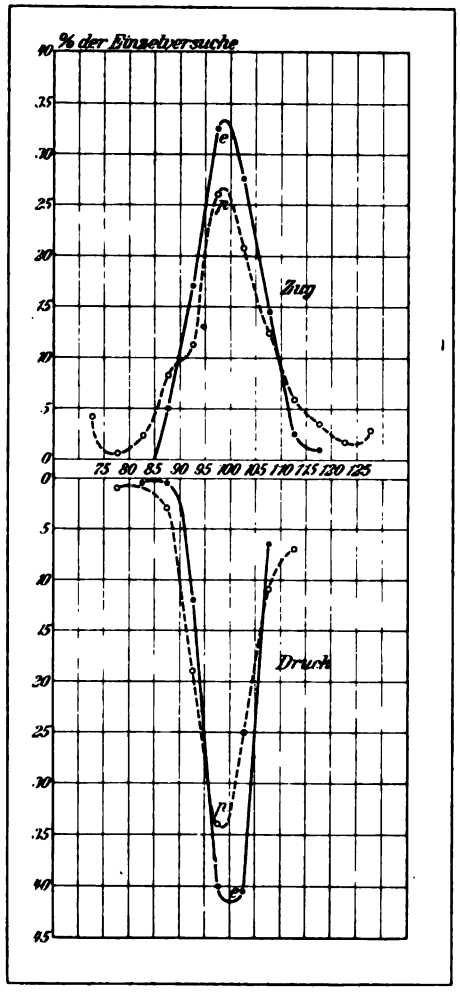


Fig. 2.
Häufigkeit der Abweichungen vom Mittelwert 100 der Zug- und Druckfestigkeit von Normalmörtelproben plastisch ---- und erdfeucht —— eingeformt.

Man sieht, daß der Einfluß des höheren Wassergehaltes und der Formungsart nicht bei allen Zementen derselbe ist, ein allgemein gültiger Koeffizient, der die Umrechnung der nach dem neuen Verfahren gefundenen Werte zum Zwecke des Vergleichs mit den Ergebnissen früherer Versuche mit erdfeucht eingerammten Proben ermöglicht, wird sich also nicht aufstellen lassen. Selbst bei Zementen, die in ihren übrigen Eigenschaften einander sehr ähnlich sind, ist keine Gesetzmäßigkeit zwischen der Festigkeit der plastisch eingefüllten und der erdfeucht eingerammten Proben zu beobachten. Man müßte also, wenn man diese Herstellungsart der Proben für die normenmäßige Prüfung der Portlandzemente einführen wollte, auf jeden Vergleich mit früheren Normenproben verzichten. Gegen die Verwendung des Einfüllverfahrens bei der Normenmörtelprüfung spricht aber noch die größere Unzuverlässigkeit dieses Verfahrens, wie sie aus Tab. 9 und Fig. 2 ersichtlich wird.

Während die Zuverlässigkeit der Festigkeitswerte der Reinproben durch das Einfüllen des Zementbreies im plastischen Zustande wenigstens bei den Druckproben gewinnt, wird die Zuverlässigkeit der Einzelwerte der Festigkeits-

Tabelle 6. **Zementuntersuchungen**

Vergleichende Prüfungen mit Proben 1. aus
2. „

Zementmarke	Spezifisches Gewicht des geglühten Zementpulvers	Glühverlust des Zementpulvers %	Ein Liter Zement wog		Wasser im reinen Zement		300 g Zement mit der in Spalte 8 angegebenen Wassermenge angemacht ergaben		Während der Bestimmung der Abbindezeit betrug im Durchschnitt die		
			eingelaufen kg	eingerüttelt kg	für sirupartige Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärmeerhöhung beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %
a	3,226	3,49	1,125	1,860	34,0	27,0	a. 3^{15} b. 9^{30}	2,0	16,0	15,0	75
b	3,218	2,50	1,219	1,924	32,0	27,0	a. 10 b. 17	1,0	15,5	15,0	73
c	3,235	2,86	1,089	1,798	32,5	26,0	a. 2^{15} b. 8	1,8	16,0	15,5	66
d	3,243	1,61	1,261	2,025	31,0	26,0	a. 5^{30} b. 9	0,8	17,0	16,0	75
e	3,200	3,04	1,116	1,901	31,0	24,0	a. 3 b. 7	2,5	17,5	16,0	74
f	3,158	1,73	1,379	2,162	30,0	23,8	a. 5 b. 8	1,0	15,5	15,0	78
g	—	—	1,238	2,018	30,0	24,0	a. 5 b. 9	1,0	17,0	15,5	78
h	3,158	4,52	1,404	1,684	33,5	27,7	a. 4^{30} b. 7^{00}	4,0	18,0	16,5	80
i	3,200	1,41	1,260	2,026	31,0	26,0	a. 3^{00} b. 8^{00}	2,5	18,0	17,0	86
k	3,183	3,32	1,103	1,869	33,0	27,3	a. 1^{45} b. 5^{30}	4,2	18,5	17,0	86

prüfung der Normalmörtel durch das Einfüllen der Zug- und der Druckproben wesentlich geringer, die Einzelwerte entfernen sich weiter vom Mittelwert.

Die Herstellung der Normenmörtelproben durch mörtelgerechtes Einfüllen würde hiernach einen Rückschritt bedeuten, gegen dessen üble Folgen — die größere Unsicherheit der Versuchsergebnisse — der Vorteil der Vereinfachung des Herstellungsverfahrens durch Wegfall der Rammapparate (Hammer oder Ramme) nicht ins Gewicht fallen kann.

Beton.

Das Erscheinen der „Mitteilungen über die Herstellung von Betonkörpern mit verschiedenem Wasserzusatz, sowie über die Druckfestigkeit und Druckelastizität derselben“ [1]) gab Veranlassung, auch die darin enthaltenen Einzelwerte der Prüfungen von Beton auf Druckfestigkeit auf Abweichung vom Mittelwerte zu untersuchen. Die Betonprobekörper dieser Ver-

[1]) Von C. Bach. Stuttgart. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg 1903.

(10 Zemente a — k).

erdfeuchtem Mörtel hergestellt (eingeschlagen),
teilengerechtem „ „ (eingefüllt).

Siebrückstände auf Maschen für 1 qcm					1 Gewtl. Zement und 3 Gewtl. Normalsand							Prüfungsnummer
						Zugproben Zerreißungsquerschnitt = 5 qcm			Druckproben Gedrückte Fläche = 50 qcm			
5000	900	600	324	180	Wasser in den Mörtelproben	Zugfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht nach dem Einschlagen $\frac{G}{J_m}$	Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht nach dem Einschlagen $\frac{G}{J_m}$	
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
6,0	0,2	0,0	—	—	8,5	14,5	24,5	2,318	125,7	182,4	2,242	3829
					13,5	7,0	14,1	2,070	41,8	62,0	2,048	
20,0	0,8	0,2	0,0	—	8,75	20,8	28,2	2,289	168,5	261,6	2,220	3820
					13,75	12,2	20,1	1,953	51,6	100,2	1,980	
8,0	0,4	0,2	0,0	—	8,5	19,7	27,3	2,332	170,9	240,3	2,237	3849
					13,5	7,4	11,5	2,041	65,0	105,8	1,994	
16,0	0,8	0,4	0,0	—	8,5	22,7	25,9	2,318	228,5	305,7	2,242	3865
					13,5	11,2	12,5	1,953	85,8	129,8	1,927	
6,0	0,2	0,2	0,0	—	8,25	19,5	24,3	2,332	194,3	257,4	2,248	3866
					13,25	13,6	15,7	2,099	86,2	121,4	2,014	
22,0	1,0	0,6	0,0	—	8,5	24,1	27,8	2,274	261,7	424,0	2,217	3886
					13,5	14,8	20,3	2,085	91,0	161,4	2,000	
20,0	0,4	0,2	0,0	—	8,25	25,2	33,3	2,318	252,0	390,1	2,223	3894 b
					13,25	13,8	25,4	2,128	94,4	199,6	2,070	
14,0	0,6	0,5	0,3	—	8,25	18,7	23,7	2,257	128,5	192,8	2,231	4055
					13,25	8,8	13,8	1,986	45,6	129,8	1,969	
14,0	0,6	0,4	0,0	—	8,5	16,1	19,4	2,257	140,5	210,8	2,234	4062
					13,5	9,1	11,0	1,986	54,0	90,4	1,969	
16,0	0,2	0,2	0,0	—	8,5	18,3	23,9	2,271	146,2	217,1	2,234	4004
					13,5	11,0	15,3	2,043	63,0	118,4	2,000	

suchsreihen sind in zwei namhaften Fabriken unter Verwendung von zwei Mischungen (1 : 2½ : 5 und 1 : 4 : 8) mit verschiedenem Wasserzusatz, mit Hand- und Maschinenmischung zum Teil erdfeucht, zum Teil plastisch, hergestellt und in der Stuttgarter Versuchsanstalt geprüft worden. Auf die Mitteilung der Versuchswerte sei hier verzichtet und nur das Ergebnis der Auszählung der Abweichungen vom Mittelwerte in derselben Weise wie bei den vorangegangenen Mitteilungen wiedergegeben (Tab. 10, Fig. 3).

Da zeigt sich die interessante Tatsache, daß die Mittelwerte der Druckversuche mit plastischem Beton die größere Zuverlässigkeit beanspruchen und zwar sowohl beim fetten wie beim mageren Beton, beim mageren noch mehr als beim fetten. Zweifellos ist dies auf die leichtere Bewältigung der Masse des feuchteren Betons zurückzuführen.

Die Normenmörtelproben machen nur scheinbar eine Ausnahme von der Regel, weil der grobe deutsche Normalsandmörtel auch im mörtelgerechten Zustande noch wenig geschmeidig ist und zu seiner gleichmäßigen Einlagerung in die Form und Verdichtung größeren Arbeitsaufwandes bedarf.

Tabelle 7. Einzelwerte der Festigkeitsprüfungen von Zement-

Die kleinen Ziffern bedeuten die Verhältnis-

Zementmarke	a				b				c				d				e			
Versuch	Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg	
Nr.	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Mörtelgerecht																				
1	101 7,1	90 12,7	96 2000	92 2850	105 12,8	99 19,9	105 2700	96 4800	57 4,2	135 15,5	108 3500	106 5700	81 9,1	114 14,2	106 4650	93 6050	101 13,7	96 15,0	101 4350	111 6750
2	97 6,8	91 12,9	106 2220	97 3000	101 12,3	102 20,6	101 2600	95 4750	103 7,6	61 7,0	100 3250	101 5350	94 10,5	110 13,8	93 4000	105 6800	90 12,2	116 18,2	102 4400	103 6250
3	101 7,1	103 14,5	91 1900	113 3500	100 12,2	103 20,7	97 2500	100 5000	[1]	136 15,6	98 3200	98 5200	127 14,2	52 6,5	100 4300	102 6600	99 13,4	92 14,5	97 4200	97 5900
4	106 7,4	110 15,5	96 2010	100 3100	116 14,1	100 20,1	107 2750	105 5250	122 9,0	97 11,2	98 3200	98 5200	73 8,2	93 11,7	91 3900	102 6600	90 12,2	98 15,4	100 4300	95 5750
5	94 6,6	107 15,1	111 2325	98 3050	101 12,3	106 21,4	91 2350	105 5250	92 6,8	105 12,1	95 3100	95 5000	76 8,5	97 12,1	107 4600	99 6400	105 14,3	105 16,5	100 4300	94 5700
6					89 10,9	102 20,6			96 6,4	121 13,9			106 11,9	112 14,0			115 15,7	94 14,8		
7					94 11,5	103 20,7			130 9,6	99 11,4			100 11,2	115 14,4			110 15,0	96 15,4		
8					85 10,4	83 16,6			70 5,2	74 8,5			113 12,6	90 11,3			91 12,4	99 15,5		
9					115 14,0	100 20,0			108 8,0	73 8,4			118 13,2	113 14,1			104 14,2	102 16,0		
10					98 11,7	100 20,0			135 10,0	100 11,5			116 13,0	106 13,3			96 13,0	99 15,6		
Mittel	7,0	14,1	2091	3100	12,2	20,1	2580	5010	7,4	11,5	3250	5290	11,2	12,5	4290	6490	13,6	15,7	4210	6070
Erdfeucht																				
1	91 13,2	102 25,1	100 6300	101 9250	115 23,9	96 27,2	97 8150	99 13000	99 19,6	104 28,4	97 8250	94 11300	93 21,2	100 26,0	106 12100	106 16250	111 21,7	95 23,2	99 9650	101 13050
2	97 14,0	89 21,9	102 6450	104 9450	87 18,0	101 28,4	98 8250	102 13350	95 18,7	100 27,3	92 7850	91 10950	93 21,2	97 25,2	98 11250	100 15250	98 19,1	106 25,7	100 9750	101 12950
3	109 15,8	104 25,5	102 6450	102 9300	116 24,2	96 27,2	93 7850	100 13100	107 21,0	103 28,0	98 8350	99 11950	102 23,2	96 24,9	99 11300	99 15150	106 20,6	93 22,5	104 10150	99 12750
4	97 14,0	105 25,6	95 6000	95 8700	88 18,3	111 31,4	96 8050	99 12900	100 19,7	96 26,3	104 8900	101 12100	100 22,6	104 26,9	92 10500	100 15350	86 16,8	91 22,1	103 10000	101 13050
5	106 15,3	101 24,8	107 6750	103 9400	104 21,7	91 25,6	94 7950	96 12600	91 17,9	105 28,8	100 8550	103 12350	98 22,3	101 26,2	105 12000	97 14850	105 20,4	111 27,0	96 9350	98 12600
6	97 14,1	101 24,8	106 6650	96 8750	95 19,7	101 28,6	108 9100	99 13000	89 17,6	103 28,2	93 7950	101 12150	108 24,5	99 25,7	95 10900	99 15100	105 20,4	110 26,7	101 9800	101 12950
7	109 15,8	98 24,0	106 6650	99 9000	98 20,4	106 29,8	108 9100	99 13000	103 20,3	95 26,0	105 9000	102 12200	107 24,4	105 27,1	104 11900	98 15000	107 20,8	100 24,4	103 10000	103 13200
8	104 15,1	104 25,4	85 5350	104 9500	94 19,6	100 28,2	100 8400	104 13600	108 21,2	98 26,8	103 8800	100 12050	96 21,8	95 24,7	99 11300	103 15700	98 19,1	106 25,7	104 10100	98 12650
9	92 13,3	93 22,8	102 6450	105 9550	100 20,7	97 27,4	103 8700	98 12500	103 20,3	97 26,5	103 8800	104 12500	100 22,7	99 25,7	103 11800	98 15000	93 18,2	101 24,6	89 8600	99 12800
10	100 14,5	100 24,6	92 5800	91 8300	101 21,0	98 27,7	103 8700	105 13750	107 21,0	96 26,2	105 9000	105 12600	101 23,0	103 26,7	98 11200	99 15200	93 18,1	97 21,1	100 9750	98 12700
Mittel	14,5	24,5	6285	9120	20,8	28,2	8425	13080	19,7	27,3	8545	12015	22,7	25,9	11425	15285	19,5	24,3	9715	12870

[1]) Beim Einspannen zerbrochen.

mörtel 1 + 3 bei zwei verschiedenen Herstellungsverfahren.

zahlen gegenüber dem Mittelwert 100.

f				g				h				i				k			
Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg		Zug kg/qcm		Druck kg	
7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
eingefüllt p.																			
103 15,3	93 18,8	107 4850	107 9750	104 19,6	98 24,8	103 4850	99 9900	88 7,7	94 13,0	99 2250	96 3900	100 9,1	103 11,3	104 2800	111 5000	96 10,6	103 15,7	93 2950	100 4900
92 12,2	104 21,1	96 3900	110 9950	96 18,1	102 25,8	104 4900	103 10300	91 8,0	103 14,2	94 2150	100 4050	87 7,9	95 10,8	100 2700	91 4100	102 11,2	90 13,8	103 3250	101 4950
119 17,6	89 18,1	112 5100	110 10000	106 19,9	97 24,6	105 4950	94 9400	92 8,1	114 15,7	99 2250	101 4100	109 9,9	89 9,8	100 2700	102 4600	94 10,3	109 16,7	103 3250	93 4600
104 15,4	117 23,8	80 3650	84 7600	86 16,2	100 25,3	95 4500	98 9800	98 8,6	96 13,2	112 2550	103 4200	97 8,8	106 11,7	102 2750	100 4500	106 11,9	97 14,9	100 3150	106 5200
93 13,7	97 19,6	115 5250	89 8050	107 20,1	104 26,4	93 4400	105 10500	95 8,4	104 14,4	97 2200	100 4050	104 9,5	95 10,4	94 2550	97 4400	108 11,9	96 14,7	100 3150	101 4950
								98 8,6	99 13,6			106 9,8	102 11,2			110 12,1	97 14,8		
								124 10,9	102 14,1			100 9,1	91 10,0			96 10,6	96 14,7		
								99 8,7	87 12,0			110 10,0	105 11,6			95 10,4	107 16,3		
								111 9,8	96 13,3			89 8,1	115 12,6			102 11,2	107 16,4		
								100 8,8	102 14,1			97 8,8	96 10,6			93 10,2	101 15,4		
14,8	**20,3**	**4550**	**9070**	**18,8**	**25,4**	**4720**	**9980**	**8,8**	**13,8**	**2280**	**4080**	**9,1**	**11,0**	**2700**	**4520**	**11,0**	**15,3**	**3150**	**4920**
eingeschlagen e.																			
99 23,9	93 25,9	104 13650	94 19950	100 25,1	106 35,4	102 12800	92 17900	102 19,0	92 21,7	100 6450	96 9300	88 14,2	99 19,3	98 6900	103 10900	99 18,1	96 22,9	98 7200	92 10250
102 24,6	87 24,1	99 13000	100 21100	90 22,6	101 33,6	104 13050	106 20650	96 17,9	100 23,8	101 6500	96 9250	109 17,6	99 19,3	99 6950	103 10900	92 16,8	101 24,2	101 7400	100 10850
95 22,8	91 25,3	101 13250	100 21150	108 27,2	92 30,5	98 12300	96 18800	96 17,9	100 23,8	97 6250	98 9450	101 16,3	102 19,8	105 7350	102 10700	91 16,6	91 22,0	99 7250	101 11000
95 22,8	95 26,5	99 13000	100 21300	93 23,5	106 35,3	100 12550	106 20700	99 18,6	99 23,4	100 6400	105 10100	106 17,1	102 19,8	102 7200	95 10050	116 21,3	102 24,4	98 7150	99 10750
96 23,6	105 29,1	98 12800	99 20950	102 25,8	99 33,0	100 12600	95 18450	99 18,6	100 23,8	100 6400	108 10450	99 16,0	103 19,9	106 7450	102 10800	97 17,8	102 24,3	100 7300	104 11300
109 26,2	100 27,8	101 13200	101 21500	100 25,1	93 31,1	100 12550	103 20150	101 18,9	106 25,2	105 6750	99 9550	103 16,6	102 19,7	101 7100	104 10950	97 17,7	96 23,1	101 7400	101 11000
106 25,6	102 28,3	103 13500	100 21150	106 26,8	102 33,8	92 11650	106 20650	99 18,5	104 24,7	103 6600	91 8800	93 14,9	94 18,2	98 6850	102 9700	98 18,0	102 24,3	101 7400	101 10950
102 24,7	110 30,6	102 13300	101 21500	106 26,6	99 33,0	103 13000	104 20200	103 19,3	103 24,4	92 5900	97 9350	102 16,4	106 20,6	95 6650	101 10650	107 19,5	102 24,3	100 7300	104 11300
109 24,0	115 32,0	100 13100	102 21550	100 25,3	95 31,6	103 13000	95 18450	100 18,7	89 21,1	103 6600	104 10000	98 15,7	101 19,5	102 7150	100 10500	104 19,1	108 25,8	101 7400	107 10600
94 22,7	102 28,3	92 12050	103 21850	97 24,4	108 36,1	99 12500	96 19100	105 19,6	105 24,8	100 6400	105 10150	100 16,1	93 18,1	95 6650	97 10250	99 18,1	97 23,3	100 7300	100 10900
24,1	**27,8**	**13085**	**21200**	**25,2**	**33,3**	**12600**	**19505**	**18,7**	**23,7**	**6425**	**9640**	**16,1**	**19,4**	**7025**	**10540**	**18,3**	**23,9**	**7310**	**10855**

Tabelle 8. **Quotient $\frac{e}{p}$ für Zug- und Druckproben aus Normalmörtel (Tab. 7).**

Zementmarke	Zugproben		Druckproben	
	7 Tage alt	28 Tage alt	7 Tage alt	28 Tage alt
1	2,1	1,7	3,0	2,9
2	1,7	1,4	3,3	2,6
3	2,7	2,4	2,6	2,3
4	2,0	2,1	2,7	2,4
5	1,4	1,5	2,3	2,1
6	1,6	1,4	2,9	2,3
7	1,3	1,3	2,7	2,0
8	2,1	1,7	2,8	1,5
9	1,8	1,8	2,6	2,3
10	1,7	1,6	2,3	1,8

Tabelle 9. **Häufigkeit der Abweichungen vom Mittelwert 100 der Zug- und Druckfestigkeit von Normalmörtel bei zwei Herstellungsverfahren.**

Die Zahlen bedeuten Prozente aller Einzelversuche.

Häufigkeit	Mörtelgerecht eingefüllt		Erdfeucht eingeschlagen	
	Zug	Druck	Zug	Druck
unter 75	4,14	0	0	0
75— 80	0,59	1,00	0	0
80— 85	2,37	0	0	0,50
85— 90	8,28	3,00	5,00	0,50
90— 95	11,24	19,00	17,00	12,00
95—100	26,04	34,00	32,50	40,00
100—105	20,71	25,00	27,50	40,50
105—110	12,43	11,00	14,50	6,50
110—115	5,92	7,00	2,50	0
115—120	3,55	0	1,00	0
120—125	1,78	0	0	0
über 125	2,96	0	0	0

Tabelle 10. **Häufigkeit der Abweichungen vom Mittelwert 100 der Druckfestigkeit von Beton, plastisch und erdfeucht[1]) an zwei Stellen in eiserne Würfelformen von 30 cm Seitenlänge gebracht, und nach 28 und 100 Tagen geprüft.**

288 Versuche.

Die in Klammern ( ) beigefügten Zahlen bedeuten Prozente aller Einzelversuche.

Häufigkeit	Plastisch p		Erdfeucht e	
	Mischung		Mischung	
	1 : 2½ : 5	1 : 4 : 8	1 : 2½ : 5	1 : 4 : 8
80— 85	0	0	1 (1)	0
85— 90	0	0	3 (4)	5 (7)
90— 95	2 (3)	4 (6)	6 (9)	8 (11)
95—100	44 (61)	42 (59)	30 (42)	24 (33)
100—105	25 (35)	23 (32)	24 (33)	24 (33)
105—110	1 (1)	2 (3)	6 (9)	8 (11)
110—115	0	0	1 (1)	3 (4)
115—120	0	0	1 (1)	0

[1]) Die plastischen Mischungen hatten 1—2 % höheren Wasserzusatz als die erdfeuchten.

Möglicherweise wird bei Verwendung eines feinkörnigeren — eigentlich gemischtkörnigeren — Normalsandes auch der Normenmörtel weniger „kurz" ausfallen, wie der Ausdruck des Maurers lautet, und dann die Einfüllung des Mörtels in die Formen genügen, um tunlichst gleichmäßige Probekörper herzustellen. Das muß durch Versuche festgestellt werden.

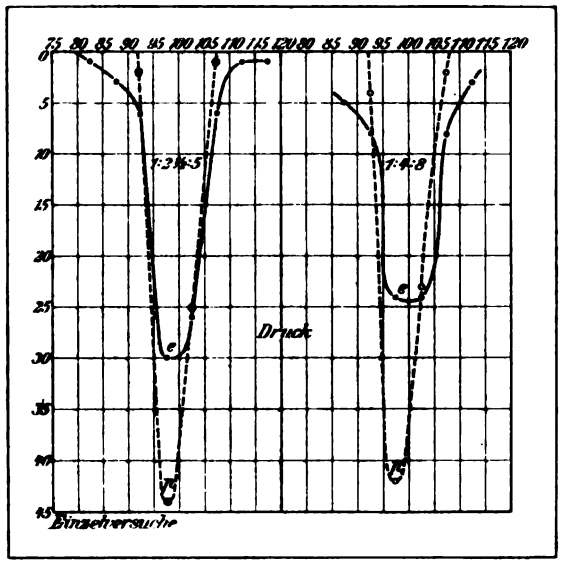


Fig. 3.

Häufigkeit der Abweichungen vom Mittelwert 100 der Druckfestigkeit von Beton in der Mischung 1 : 2½ : 5 und 1:4:8 plastisch ---- und erdfeucht — eingeformt.

5. Flachsprüfungen.

Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Prof. W. Herzberg.

In Heft 2 der „Mitteilungen" 1902 Seite 311 wurde über das Ergebnis der Prüfung von 33 Flachsproben, jede in Gestalt von Strohflachs und Schwingflachs, ausführlich berichtet. Die Versuche wurden auf Anregung des Sonderausschusses für Flachsbau der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft ausgeführt, die sich seit Jahren mit der Frage über den Einfluß künstlicher Düngung auf die Ertragsfähigkeit und Güte des Flachses beschäftigt. Die Ertragsfähigkeit konnte schon immer ohne Schwierigkeit durch Gewichtsbestimmung des bei bestimmter Aussaat gewonnenen Stroh- und Schwingflachses festgestellt werden; anders stand es mit der Güte des Flachses; diese wurde, da es sich immer nur um kleine Mengen handelte, früher auf Grund der Eigenschaften beurteilt, die man mit dem Auge und der Hand ohne weiteres ermitteln konnte. Diese Beurteilung ließ natürlich zu wünschen übrig, und deshalb ging die Landwirtschaftsgesellschaft dazu über, die Eigenschaften der verschiedenen Flachsproben nach wissenschaftlich begründeten Versuchsverfahren feststellen zu lassen.

Dies geschah zunächst, wie eingangs erwähnt, mit 33 verschiedenen Proben, von denen 2 ungedüngt und 31 gedüngt waren. Über die Gewinnung dieses Probematerials und die bei dessen Prüfung gemachten Beobachtungen sei hier nochmals kurz das wichtigste wiedergegeben.

Probematerial[1]).

Die Aussaat des Leinsamens wurde in Töpfen vorgenommen, für jeden der 33 Versuche wurden 3 Töpfe verwendet. Die Töpfe wurden mit „mittlerem Boden" gefüllt und bei 31 Versuchen wurde der Erde künstlicher Dünger hinzugefügt; bei 2 Versuchen blieb die Erde ungedüngt. Die künstliche Düngung erfolgte in 15 Fällen als „Volldüngung in verschiedener Kombination" (Versuchsreihe A), in 16 Fällen als Düngung mit nur je einem Düngemittel (Versuchsreihe B).

Die Töpfe hatten bei der Versuchsreihe A 700 qcm, bei der Reihe B 500 qcm Oberfläche.

Reihe A wurde gedüngt und gesät am 7. Mai 1900, geerntet am 1. und 2. August 1900; jeder Topf enthielt 1,5 g Leinsamen (etwa 365 Körner).

Bei den mit Kochsalz gedüngten Töpfen blieb nach der Aussaat ein großer Teil des Samens aus. Es wurde bald darauf nachgesät, die Pflänzchen blieben jedoch weit hinter den normal aufgegangenen zurück. Die ersten Blüten wurden am 29. Juni bemerkt.

Reihe B wurde gedüngt am 28. April 1900 (der Chilisalpeter wurde als Kopfdüngung am 30. Mai 1900 gegeben). Gesät wurde am 7. Mai, geerntet am 30. und 31. Juli 1900. Jeder Topf enthielt 1 g Leinsamen (etwa 245 Körner). Die Blüte begann am 29. Juni.

Von jedem der 33 Versuche wurde der Versuchsanstalt die Ernte eines Topfes als Strohflachs überwiesen; das Material der beiden übrigen Töpfe jedes Versuches wurde in der Fabrik von J. D. Gruschwitz & Söhne in Neusalz a. O. im September 1900 von dem Direktor Kuhnert unter Beihilfe von Beamten der genannten Firma geröstet und geschwungen. Der so gewonnene Schwingflachs wurde der Versuchsanstalt ebenfalls überwiesen.

Über die Art und Menge der angewandten Düngemittel sowie über die Ernteergebnisse gibt Tabelle 1 Aufschluß.

Bestimmung der Länge und Breite der Elementarfasern.

Zur Bestimmung der Länge und Breite der Elementarfasern wurde der eingeschickte Strohflachs verwendet. Aus dem Material jedes Kulturversuches wurden 5 Pflanzen ausgewählt, die, nach dem Äußeren zu urteilen, eine gute Mittelprobe darstellten. Aus jeder der 5 Pflanzen wurde aus dem unteren, mittleren und oberen Stengelteil je ein etwa 15 cm langes Stengelstück entnommen. Diese 5 × 3 Stengelstücke wurden, jede Höhenlage für sich, behufs Trennung der Fasern etwa 24 Stunden lang in 5%ige Natronlage gelegt und dann in dieser einmal aufgekocht. Nach dieser Behandlung ließen sich die Bastschichten leicht und vollkommen ablösen. Von jedem Stengelstück wurden dann 2 sich gegenüberstehende Baststreifen abgelöst, aus jeder Höhenlage somit 10 solcher Streifen.

Diese Baststreifen wurden zunächst 24 Stunden mit Bromwasser und darauf etwa 48 Stunden lang mit 5%iger Natronlauge behandelt. Aus der Mitte eines jeden Baststreifens wurde dann ein Bastbündel entnommen, das nahezu 50 Elementarfasern enthielt; dieses wurde in eine mit Wasser gefüllte Glasschale gebracht, in der es dann leicht in seine Elementar-

[1]) Auszug aus dem von dem Direktor Kuhnert der Landwirtschaftlichen Winterschule in Elmshorn erstatteten Bericht über die Gewinnung des Versuchsmaterials.

Tabelle 1. Übersicht über die Art der Düngung und die Ernteergebnisse bei den 33 übergebenen Flachssorten.

Versuchsreihe A.

Probe Nr.	Grunddüngung auf den Topf in g	Beidüngung auf den Topf in g	Ertrag an Strohflachs in g	Ertrag an Röstflachs in g	Röstverlust in %	Ertrag an Schwingflachs in g	Ertrag an Schwingflachs vom Strohflachs in %	Ertrag an Schwingflachs vom Röstflachs in %
1	2,1 Superphosphat 1,4 Chlorkalium	—	84,5	57,0	32,5	13,5	16,0	23,7
2	„	1,4 schwefels. Ammon.	102,5	73,5	28,3	11,5	11,2	15,6
3	„	1,4 Chilisalpeter	95,5	69,0	27,7	13,5	14,1	19,6
4	„	2,8 „	107,0	73,0	31,8	9,0	8,4	12,3
5	2,1 Superphosphat 1,4 Chilisalpeter	—	95,0	68,0	28,4	10,0	10,5	14,7
6	„	1,4 schwefels. Kali	96,5	68,5	29,0	11,0	11,4	16,1
7	„	2,3 Chlorkalium	94,0	63,5	32,5	13,0	13,8	20,5
8	„	2,8 schwefels. Kali	101,5	71,0	30,0	12,0	11,8	16,9
9	1,4 Chlorkalium 1,4 Chilisalpeter	—	84,5	60,5	28,4	9,5	11,2	15,7
10	„	2,1 Thomasschlacke	91,0	73,0	19,8	9,5	10,4	13,0
11	„	4,2 „	90,5	66,5	26,5	10,5	11,6	15,8
12	„	4,2 Superphosphat	103,0	75,5	26,7	12,5	12,1	16,5
13	1,4 Superphosphat 1,4 Chlorkalium 1,4 Chilisalpeter	7,0 gebr. Kalk —	72,0	51,5	28,5	12,0	16,7	23,3
14	„	7,0 Dolomit-Kalk	82,5	56,0	32,1	7,5	9,1	13,4
15	Ungedüngt	—	121,0	87,5	27,7	19,0	15,7	21,7
16	2,1 Superphosphat 1,4 Chilisalpeter	1,4 Chlorkalium 2,0 Chlornatrium	96,0	67,5	29,7	12,5	13,0	18,5

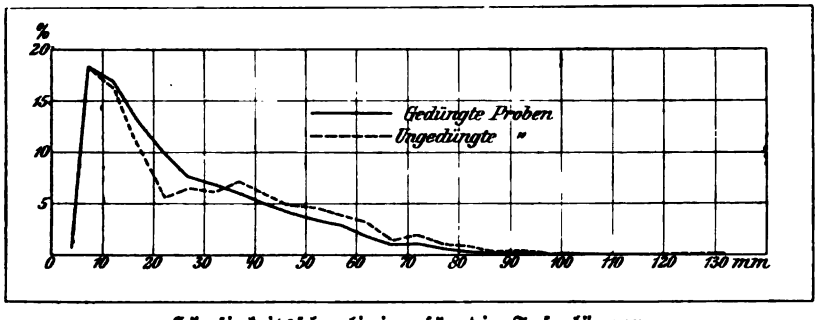
Versuchsreihe B.

Probe Nr.	Düngung auf den Topf in g	Ertrag an Strohflachs in g	Ertrag an Röstflachs in g	Röstverlust in %	Ertrag an Schwingflachs in g	Ertrag an Schwingflachs vom Strohflachs in %	Ertrag an Schwingflachs vom Röstflachs in %
17	Ungedüngt	70,0	51,7	26,1	13,5	19,3	26,1
18	3,0 Thomasschlacke (15%)	72,5	46,5	35,9	14,5	20,0	31,2
19	3,0 Superphosphat	72,5	48,5	33,1	15,0	20,7	30,9
20	1,0 schwefels. Kali	66,5	46,0	27,8	14,5	21,8	30,2
21	3,0 Chlorkalium	67,0	47,0	29,9	10,0	14,9	21,3
22	1,0 Chlornatrium	69,0	50,5	26,8	13,5	19,6	26,7
23	1,5 Chilisalpeter	87,5	60,0	31,4	14,5	16,6	24,2
24	1,5 schwefels. Ammoniak	84,0	51,5	38,7	12,0	14,3	23,3
25	2,0 Blutmehl	84,0	56,0	33,3	14,5	17,3	25,9
26	10,0 gebr. Kalk	77,0	55,0	27,9	13,0	16,9	25,2
27	10,0 gebr. Dolomit	74,5	52,5	29,5	12,0	16,1	22,9
28	20,0 kohlens. Kalk	93,0	66,0	29,0	10,5	11,3	15,9
29	6,0 Superphosphat	69,0	47,5	31,2	13,5	19,6	28,4
30	3,0 schwefels. Kali	68,0	49,0	27,9	13,5	19,9	27,5
31	1,0 Chlorkalium	70,0	50,0	28,6	14,0	20,0	28,0
32	3,0 Chlornatrium	60,0	42,5	29,2	9,5	15,8	22,4
33	2,0 Chilisalpeter	71,0	47,5	33,1	11,5	16,2	24,2

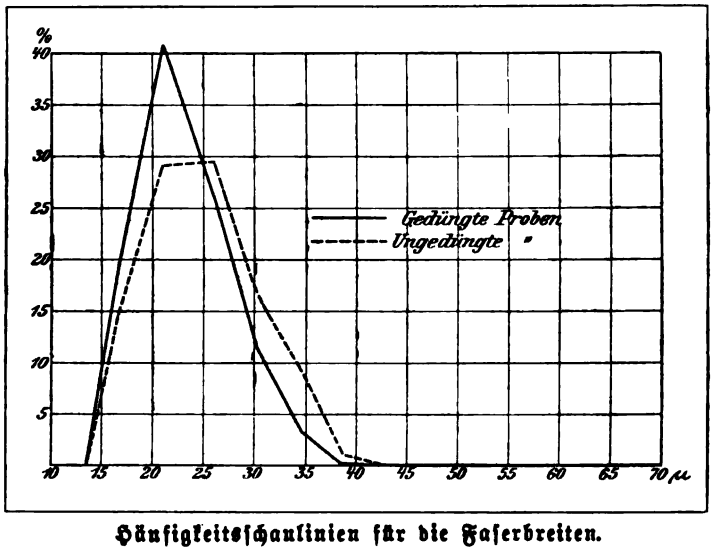
faſern zerteilt werden konnte. Dieſe wurden auf Länge entweder makroſkopiſch oder mikroſkopiſch in feuchtem Zuſtande gemeſſen. Die Meſſung der Breite erfolgte ſtets an der breiteſten Stelle der Faſer. Somit ergaben ſich für jede Höhenlage rund $10 \times 50 = 500$ und für jeden Topfverſuch $3 \times 500 = 1500$ Meſſungen von Länge und Breite oder 3000 Einzelmeſſungen.

Durchgeführt wurden dieſe umfangreichen Meſſungen an den gedüngten Proben 1—11 und an den beiden ungedüngten 15 und 17. Von der Meſſung der übrigen Proben wurde im Einverſtändnis mit der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft zunächſt abgeſehen, um nicht durch den hierfür nötigen großen Arbeitsaufwand die Ausführung der übrigen Prüfungen zu weit hinauszuſchieben.

Die untenſtehenden Schaubilder geben ein anſchauliches Bild über die Häufigkeit des Vorkommens der verſchiedenen Faſerlängen und Faſerbreiten.



Häufigkeitsſchaulinien für die Faſerlängen.



Häufigkeitsſchaulinien für die Faſerbreiten.

Die häufigſten Werte für die Länge der Faſern liegen ſowohl bei den gedüngten als auch bei den ungedüngten Proben innerhalb der Gruppe 5—9 mm; da aber die nächſte Gruppe (10—14 mm) in der Anzahl der Faſern nur eine geringe Abnahme gegenüber der vorhergehenden aufweiſt und beide Gruppen zuſammen mehr als $^1/_3$ aller Faſern umfaſſen, ſo kann man wohl die rund 5—15 mm langen Faſern als am häufigſten vorkommend bezeichnen.

Die Gruppe 15—19 mm zeigt schon eine merkliche Abnahme in der Anzahl der Fasern, die folgenden Gruppen zeigen mehr oder weniger regelmäßig eine weitere Abnahme und die Gruppen von etwa 80 mm ab sind nur noch durch vereinzelte Fasern vertreten.

Wenn nun auch als Maximalwert bei einer Faser eine Länge von 130 mm gefunden wurde, ferner vereinzelte Fasern von mehr als 100 bis zu 120 mm Länge vertreten sind, so müssen diese Vorkommnisse doch als Ausnahmefälle gelten. Wenn man diejenigen Gruppen ausschließt, die weniger als 1% Fasern aufweisen, so wäre etwa die Gruppe von rund 70—75 mm die der längsten Fasern.

Als Minimalwert für die Länge wurde 3,9 mm gefunden; das Mittel aller Werte aus Gruppe 0—4 mm ist rund 4 mm. Es ergibt sich somit für die Längen der Fasern folgende Übersicht:

Kleinster Wert	Häufigste Werte	Größte Werte
4 mm	5—15 mm	70—75 mm.

Als Gesamtmittel aus allen Messungen ergibt sich für die
gedüngten Proben 25,7 mm (Mittel aus rund 16500 Messungen)
ungedüngten „ 29,1 „ („ „ „ 3000 „).

Diese Mittelwerte sprechen also zugunsten der ungedüngten Proben.

Die häufigsten Werte für die Breite der Fasern liegen innerhalb der Grenzen von 19—28 μ; sie machen mehr als die Hälfte aller Werte aus.

Als Minimalwert wurde 12,6 μ, als Maximalwert 68,8 μ ermittelt. Diese Ausnahmewerte können aber technisch nicht als Minimal- und Maximalwerte angesehen werden; als solche kämen wohl 15—18 μ und 33—36 μ in Frage.

Es ergibt sich somit für die Breite der Fasern folgende Übersicht:

Kleinste Werte	Häufigste Werte	Größte Werte
15—18 μ	19—28 μ	33—36 μ.

Als Gesamtmittel aus allen Messungen ergibt sich für die
gedüngten Proben 23,3 μ (Mittel aus rund 16500 Messungen)
ungedüngten „ 25,0 „ („ „ „ 3000 „).

Ein nennenswerter Unterschied ist also nicht vorhanden.

Die bei den Messungen in der Versuchsanstalt für Länge und Breite der Flachsfasern ermittelten Werte weichen zum Teil erheblich von denen ab, die in der Literatur von verschiedenen Forschern angegeben werden. Die nachstehende Übersicht zeigt die Unterschiede.

Tabelle 2. **Gegenüberstellung der an verschiedenen Stellen für Länge und Breite von Flachsfasern ermittelten Werte.**

	Länge in mm			Breite in μ		
	Geringste Werte	Häufigste Werte	Höchste Werte	Geringste Werte	Häufigste Werte	Höchste Werte
Wiesner[1]) . . .	20	—	40	12	15—17	26
Bétillart[2]) . . .	4	25—30	66	15	20—25	37
Versuchsanstalt .	4	5—15	70—75	15—18	19—28	33—36

[1]) Prof. Dr. Jul. Wiesner: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig 1901.
[2]) M. Bétillart: Études sur les fibres végétales textiles. Paris 1876.

Wie die Zusammenstellung zeigt, sind bei den Angaben für die Länge der Fasern die größten Unterschiede vorhanden; worauf diese etwa zurückzuführen sind, wird sich kaum ermitteln lassen. Die Werke Wiesners und Bétillarts enthalten keine Angaben, welche zur Aufklärung der Unterschiede herangezogen werden könnten. Am auffallendsten muß die Angabe Wiesners gelten, daß 20 mm als geringster Wert für die Länge der Flachsfaser anzusehen ist; diese Angabe dürfte nach den von Bétillart und der Versuchsanstalt ausgeführten Messungen, deren Ergebnisse für die Minimalwerte völlig übereinstimmen, als widerlegt anzusehen sein.

Angaben für die häufigsten Längenwerte sind von Wiesner in dem angeführten Werk nicht gemacht worden; die von Bétillart ermittelten sind wesentlich höher als die in der Versuchsanstalt gefundenen. Ob diese Unterschiede sowie die Abweichungen in den Höchstwerten etwa auf die Verschiedenheit der bei den Messungen benutzten Flachsproben zurückzuführen sind, muß zunächst dahingestellt bleiben.

Die Unterschiede in den Werten für die Breite der Fasern sind weniger bedeutend als in denen für die Länge.

Bestimmung des Aschengehaltes und der Feuchtigkeit.

Aschen- und Feuchtigkeitsbestimmungen wurden zunächst mit den Proben 1—12 und den beiden ungedüngten 15 und 17 ausgeführt. Da sämtliche Werte sehr gute Übereinstimmung zeigten, wurde von weiteren Versuchen in dieser Richtung im Einverständnis mit der Landwirtschaftsgesellschaft abgesehen.

Als Probematerial für die Bestimmungen wurden die Schwingflachsmuster verwendet, die zunächst vor der Probeentnahme mehrere Tage in einem Raum von 65 % relativer Luftfeuchtigkeit ausgelegt wurden. Für jede Bestimmung wurden Doppelversuche ausgeführt und aus den beiden gefundenen Werten das Mittel gebildet.

An Probematerial wurden für jede Bestimmung etwa 2 g entnommen, diese zunächst bis zum gleichbleibenden Gewicht bei 100 C° getrocknet und dann im Platintiegel verascht.

Die so für die Feuchtigkeit und den Aschengehalt ermittelten Werte sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3. **Aschengehalt und Feuchtigkeit von 14 Flachsprobeu.**

Flachsprobe Nr.		Feuchtigkeit der Probe in % bei 65 % relativer Luftfeuchtigkeit	Aschengehalt in %
1	gedüngt	8,3	1,9
2		8,3	1,8
3		8,5	1,8
4		8,4	1,8
5		8,4	1,8
6		8,4	1,8
7		8,4	2,0
8		8,2	1,7
9		8,3	1,8
10		8,3	1,9
11		8,3	1,9
12		8,3	1,9
	Summe	100,1	22,1
	Mittel	8,4	1,8
15	ungedüngt	8,1	1,8
17		8,2	1,8
	Summe	16,3	3,6
	Mittel	8,2	1,8

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, stimmen die Aschen- und Feuchtigkeitswerte bei sämtlichen Proben sehr gut überein; ein Einfluß der künstlichen Düngung ist nicht zu erkennen.

Bestimmung der Festigkeitseigenschaften. (Reißlänge und Dehnung.)

Für die Ermittelung der Festigkeitseigenschaften der Flachs-Faserbündel fehlte es bei Eingang des Antrages der Landwirtschaftsgesellschaft zunächst noch an einem genügend empfindlichen Apparat. Die bekannten Festigkeitsprüfer für Seide und Wollhaare konnten nicht benutzt werden, weil sie für den vorliegenden Zweck weder ausreichende Genauigkeit noch zweckmäßige Einspannvorrichtungen besaßen.

Die Versuchsanstalt beauftragte daher die mechanische Werkstätte von L. Schopper in Leipzig unter Angabe der zu beachtenden Gesichtspunkte mit dem Bau eines neuen Festigkeitsprüfers, und dieser hat sich zur Ausführung der Versuche als sehr geeignet erwiesen. In den „Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten" 1901 S. 183[1]) ist er unter Beigabe von Abbildungen eingehend beschrieben worden; dort finden sich auch die vor Anwendung des Apparates bei Prüfung auf seine Brauchbarkeit ermittelten Ergebnisse.

Zur Ausführung der Versuche wurden aus jeder Flachsprobe Faserbündel ausgewählt, die auf etwa 120 mm Länge weder Knicke noch sonstige Beschädigungen zeigten und in ihrer ganzen Länge möglichst glatt und gleichmäßig in der Dicke waren. Bündel mit seitwärts abstehenden Fasern wurden vermieden. Von jeder Flachsprobe wurden 50 Bündel zerrissen bei einer Versuchslänge von 100 mm; die zerrissenen Bündel wurden an den Klemmen abgeschnitten und das so von 50 Proben erhaltene Material zusammen gewogen, einmal lufttrocken und dann nach dem völligen Trocknen bei 105 C°. Die beim Reißen des Bündels oft abspringenden Teile wurden gesammelt und mitgewogen. Der Berechnung der Reißlänge wurde das mittlere Gewicht der 50 getrockneten Bündel und die mittlere Bruchlast aus den 50 Zerreißversuchen zu Grunde gelegt.

Die zum Zerreißen der Bündel erforderliche Kraft schwankte von rund 100 bis 1000 g. Die Mittel aus den 50 Einzelversuchen schwankten bei den 33 Proben von rund 300 g bis rund 650 g; das Gesamtmittel aus sämtlichen Versuchen betrug 472 g.

Sämtliche Versuche wurden bei 65 % relativer Luftfeuchtigkeit und einer Zimmerwärme von annähernd 20 C° ausgeführt.

Die so für die Reißlänge und Dehnung ermittelten Werte sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Wie Tabelle 4 zeigt, schwanken die für die Reißlänge ermittelten Werte von rund 30 bis 45 km; als Mittel ergibt sich für die gedüngten Proben 37,4 km[2]), für die ungedüngten 35,7 km. Die höchsten Werte sind bei den gedüngten Proben vertreten und hierunter sind Werte, die das Mittel aus den ungedüngten Proben zum Teil sehr erheblich überschreiten.

Die 7 höchsten Werte gehören den Flächsen der Versuchsreihe B an (künstliche Düngung mit nur je einem Düngemittel), die 8 niedrigsten der Versuchsreihe A (Volldüngung in verschiedener Kombination).

[1]) O. Dalén, Beschreibung eines neuen Schopperschen Festigkeitsprüfers für Woll-, Baumwollhaare, Faserbündel usw.

[2]) Hieraus ergibt sich die bekannte Tatsache, daß die Flachsfaser so fest wie Stahl ist:

$$\sigma = R \cdot \frac{8}{10} \text{ oder}$$

$$= 37400 \cdot \frac{1{,}5}{10} = 5600 \text{ kg/qcm.}$$

Tabelle 4. **Reißlänge und Dehnung der 33 Flachsproben.**

Flachsprobe Nr. Versuchsreihe A	Versuchsreihe B	Reißlänge km	Dehnung %
	19	45,0	1,1
	29	44,9	1,2
	22	44,3	1,1
	27	44,3	1,2
	20	44,1	1,1
	25	44,1	1,1
	18	43,9	1,1
11		41,7	1,1
16		40,9	1,0
	30	40,7	1,0
3		39,8	1,3
	32	39,2	1,0
	31	38,6	1,0
	33	38,2	0,9
4		38,0	1,3
	24	37,1	1,0
	26	37,0	0,9
13		36,6	1,0
14		35,4	1,0
	28	35,0	0,9
	23	34,4	0,9
5		33,9	1,1
	21	32,4	0,9
12		32,1	1,0
6		32,0	1,0
9		31,6	1,0
1		31,5	1,4
2		31,3	1,3
10		31,0	0,8
8		30,7	1,0
7		30,5	1,1
	Summe	1160,2	32,6
	Mittel	37,4	1,1
17 Ungedüngt		37,5	1,0
15 „		33,8	0,9
	Summe	71,3	1,9
	Mittel	35,7	1,0

Bildet man aus den Werten der Reihe A und aus denen der Reihe B die Mittelwerte gesondert, so ergibt sich für

Reihe A die mittlere Reißlänge zu 34,5 km,
„ B „ „ „ „ 40,2 „ .

Diese Zahlen sprechen für einen günstigen Einfluß der Düngung nach dem Verfahren B.

Die Dehnungswerte zeigen bei allen Flächsen nur geringe Unterschiede.

Soviel über die mit den 33 Flachsproben ausgeführten Versuche. Zu einem abschließenden Urteil reichen sie nicht aus, insbesondere weil keine Festigkeitswerte für Garne aus den verschiedenen Flächsen zum Vergleich herangezogen werden konnten. Wie schon erwähnt, standen nur kleine Mengen Flachs zur Verfügung, deren Verspinnung zu Garn ausgeschlossen war.

Die Landwirtschaftsgesellschaft hat daher neue Topfversuche ausführen und einen Teil des gewonnenen Flachses mit der Hand zu Garn verspinnen lassen[1]).

Über diese zweite Reihe von Versuchen soll nachstehend berichtet werden.

Probematerial.

Zur Vorlage gelangte eine ungedüngte und eine gedüngte Flachsprobe, jede als

a) gerösteter Stengelflachs,
b) geschwungener Flachs,
c) mit der Hand gesponnenes Flachsgarn.

Der Flachs ist in der Königlichen Sächsischen Versuchsstation für Pflanzenkultur in Dresden in Gefäßen gewonnen worden; die Aussaat erfolgte am 7. Mai 1902, geerntet wurde am 25. Juli 1902. Der Ertrag wurde nicht festgestellt.

Bei der einen Probe kam starke Phosphorsäuredüngung zur Anwendung: 0,44 g Phosphorsäure (als Superphosphat) und 0,42 g Kali (als 50 %iges Chlorkalium) auf das Gefäß von 0,0412 qm Fläche bei 0,87 g Leinsamen für jedes Gefäß. (Auf 1 ha entspricht dies einer Düngung von rund 110 kg Phosphorsäure und 100 kg Kali bei 215 kg Leinsamen.)

Die Firma Grützner & Faltis in Hainitz, die das Verspinnen des Flachses hatte vornehmen lassen, teilte bei der Einsendung der Proben mit, „daß die Gespinste leider nicht ganz gleich in der Stärke ausgefallen sind; die eine Probe ist im Faden stärker als die andere, was wohl der ungenügenden Fertigkeit der betreffenden Spinnerin zuzuschreiben sein dürfte".

Die Garne waren bezeichnet mit „A ungedüngt" und „B gedüngt".

Von jeder Sorte lagen 2 Docken vor, die, um sie bei den Versuchen auseinander halten zu können, mit der Unterbezeichnung x und y versehen wurden.

Prüfung der Garne.

Die Garne wurden zunächst zur Erlangung möglichst einwandfreier Durchschnittsproben in Abschnitte von je 10 m zerlegt. Die zuerst abgehaspelten 10 m wurden bei jedem Garn mit 1, die zweiten 10 m mit 2 usw. bezeichnet. Von sämtlichen Abschnitten wurde das Gewicht festgestellt und dann aus den ungeraden Nummern das erforderliche Material zur Bestimmung des Dralls und der Festigkeit entnommen (je 5 Fäden). Die Ergebnisse der Prüfung wurden zunächst gruppenweise zusammengefaßt und zwar die 10 Fäden der Abschnitte 1 und 3, dann die der Abschnitte 5 und 7 usw., um auf diese Weise eine Übersicht über die Gleichmäßigkeit der Garne zu gewinnen.

Tabelle 5 und 6 zeigen die bei der Prüfung ermittelten Werte.

Die für den Drall und die Bruchlast gefundenen Zahlen zeigen, daß das Garn außerordentlich ungleich ist.

Beim Drall auf 10 cm schwanken die Werte bei dem

Garn A (ungedüngt)	Docke	Ax	von 21	bis	56
	„	Ay	„ 21	„	53
Garn B (gedüngt)	„	Bx	„ 25	„	53
	„	By	„ 18	„	94

[1]) Zur Verarbeitung des Materials auf der Spinnmaschine, was im Interesse der Gleichmäßigkeit des Garns erwünscht gewesen wäre, reichte das zur Verfügung stehende Material leider nicht aus.

Tabelle 5. **Ergebnisse der Prüfung mit dem Garn A (aus ungedüngtem Flachs)**[1].

Abschnitt	Bruchlast kg	Dehnung %	Reißlänge m	Drall auf 10 cm	Gewicht von 10 m g	Abschnitt	Bruchlast kg	Dehnung %	Reißlänge m	Drall auf 10 cm	Gewicht von 10 m g
	Decke Ax						**Decke Ay**				
	2,27	1,8		31			1,26	2,0		31	
	0,73	1,3		27			2,85	2,3		27	
1	2,50	1,9		36	0,924	1	4,10	2,5		21	1,020
	1,45	2,0		37			1,45	2,5		22	
	3,23	2,5		39			3,22	2,2		48	
	2,96	3,0		21			2,05	1,9		30	
	1,45	2,0		23			2,52	1,8		42	
3	3,66	2,2		27	1,079	3	3,78	2,4		34	0,968
	3,40	2,8		52			2,13	2,3		34	
	1,68	2,0		35			1,68	2,2		30	
Summe	23,33	21,5		328			25,04	22,1		319	
Mittel	2,33	2,2	26550	32,8			2,50	2,2	26950	31,9	
	1,95	2,0		53			3,25	2,2		38	
	2,16	1,8		30			3,33	2,2		47	
5	2,11	2,1		35	0,959	5	3,36	2,3		40	1,022
	2,12	1,9		36			3,26	2,6		32	
	2,22	2,0		54			3,56	1,7		26	
	1,65	1,9		34			2,19	1,6		32	
	1,87	2,5		27			2,01	1,8		41	
7	1,16	1,8		46	0,987	7	2,54	2,3		36	1,030
	2,00	1,9		33			2,30	1,7		34	
	1,55	1,7		39			2,98	2,2		34	
Summe	18,79	19,6		387			28,78	20,6		360	
Mittel	1,88	2,0	25050	38,7			2,88	2,1	26650	36,0	
	1,85	2,0		36			1,95	2,1		32	
	2,88	2,5		39			3,00	2,1		21	
9	2,62	2,4		32	0,935	9	0,88	1,7		24	1,070
	2,97	2,2		32			1,15	1,6		21	
	1,96	2,1		34			3,13	2,5		41	
	1,36	2,0		45			3,21	1,8		21	
	2,75	1,9		56			3,25	2,0		22	
11	2,78	2,0		43	0,880	11	2,54	2,1		35	1,103
	2,45	2,0		44			2,62	2,2		34	
	2,79	2,4		48			3,43	1,9		36	
Summe	24,41	21,5		409			25,16	20,0		287	
Mittel	2,44	2,2	29650	40,9			2,52	2,0	25650	28,7	
	1,40	1,8		37			4,02	1,9		31	
	0,85	0,6		41			3,10	1,9		32	
13	2,28	2,0		30	0,812	13	3,07	2,0		27	1,170
	2,67	2,0		30			0,98	1,2		32	
	1,67	1,9		35			3,21	2,3		23	
	3,40	2,1		53			3,74	2,2		34	
	2,32	1,8		38			2,52	1,8		39	
15	2,45	1,5		34	0,952	15	2,41	1,7		27	1,027
	1,98	1,9		31			3,38	1,6		53	
	2,07	2,0		23			3,03	1,9		49	
Summe	21,09	17,6		352			29,46	18,5		347	
Mittel	2,11	1,8	28800	35,2			2,95	1,9	29050	34,7	
	3,22	2,5		37			2,96	1,5		38	
	0,86	0,9		29			2,64	1,6		43	
17	0,59	2,1		46	0,880	17	2,80	1,9		29	1,283
	1,50	2,0		27			3,64	2,4		28	
	3,46	1,8		35			1,65	2,0		35	
	1,62	1,7		29			3,16	2,8		42	
	3,36	1,9		32			3,28	2,3		53	
19	2,59	2,0		28	0,962	19	2,42	2,1		49	1,144
	1,95	2,2		31			2,82	1,5		38	
	0,83	2,3		43			2,11	1,7		48	
Summe	19,98	19,4		337			27,48	19,8		403	
Mittel	2,00	1,9	22100	33,7			2,75	2,0	27950	40,3	

[1]) Versuchsbedingungen: Fadenlänge 180 mm, Zimmerwärme 17—18 C°, Luftfeuchtigkeit 65 %.

Tabelle 6. **Ergebnisse der Prüfung mit dem Garn B (aus gedüngtem Flachs)[1].**

Docke Bx						Docke By					
Abschnitt	Bruchlast kg	Dehnung %	Reißlänge m	Drall auf 10 cm	Gewicht von 10 m g	Abschnitt	Bruchlast kg	Dehnung %	Reißlänge m	Drall auf 10 cm	Gewicht von 10 m g
	2,42	2,0		39			1,81	2,7		94	
	2,59	2,1		35			2,75	3,0		51	
1	2,33	2,5		31	0,848	1	3,44	2,9		39	1,089
	3,70	2,3		43			1,68	3,0		31	
	3,59	2,5		37			2,33	3,5		47	
	2,68	1,9		33			2,42	2,0		38	
	3,24	2,3		30			3,29	1,9		33	
3	4,21	2,4		29	0,885	3	2,27	2,0		39	0,948
	3,22	2,1		38			2,76	1,8		50	
	1,73	2,1		53			1,91	2,0		61	
Summe	29,71	22,2		368			24,66	24,8		483	
Mittel	2,97	2,2	28750	36,8			2,47	2,5	24950	48,3	
	1,80	1,7		28			2,64	3,0		38	
	1,27	1,7		32			1,70	2,9		31	
5	1,71	1,8		52	0,819	5	3,02	3,2		38	1,023
	2,26	2,0		36			1,62	2,0		34	
	1,45	1,5		26			1,55	1,8		33	
	2,62	2,0		40			1,84	2,4		75	
	2,33	1,9		41			2,78	2,1		31	
7	2,03	2,1		44	0,929	7	1,52	2,0		38	0,781
	2,38	2,1		41			2,60	1,9		37	
	2,68	2,3		33			1,64	1,9		41	
Summe	20,53	19,1		378			20,91	23,2		396	
Mittel	2,05	1,9	29050	37,3			2,09	2,3	24750	39,6	
	2,33	2,8		43			2,82	2,9		42	
	2,42	2,2		39			1,25	2,4		29	
9	2,15	2,1		28	0,861	9	4,94	2,9		47	0,966
	1,03	1,7		28			1,55	1,9		49	
	2,24	2,0		32			1,00	1,8		30	
	2,55	1,9		41			1,68	1,9		40	
	1,53	2,0		33			1,53	2,0		48	
11	1,93	1,7		38	0,701	11	1,28	2,0		39	0,965
	1,65	1,9		41			2,34	2,5		37	
	1,27	1,3		35			1,46	1,9		33	
Summe	19,10	19,6		358			19,85	22,2		444	
Mittel	1,91	2,0	24550	35,8			1,99	2,2	22650	44,4	
	2,66	2,9		25			2,78	2,5		52	
	1,37	1,9		26			2,45	2,0		46	
13	1,35	1,5		41	0,860	13	2,90	1,9		50	0,893
	2,07	2,0		44			2,91	2,0		34	
	1,44	1,7		37			1,43	1,9		40	
	1,82	1,5		34			1,92	1,8		34	
	1,95	2,2		39			1,63	2,1		42	
15	1,26	1,4		25	0,822	15	1,95	2,0		18	0,915
	1,45	2,0		31			2,18	2,3		48	
	2,38	1,9		36			1,44	2,1		37	
Summe	17,75	19,0		338			21,59	20,6		401	
Mittel	1,78	1,9	23200	33,8			2,16	2,1	27950	40,1	
	2,13	1,8		25			1,02	1,9		41	
	1,82	1,7		50			1,19	1,9		36	
17	1,90	2,0		41	0,732	17	1,66	1,9		30	0,812
	1,00	1,6		35			2,00	2,0		37	
	2,21	2,0		55			2,14	2,0		39	
	1,83	1,7		25			2,78	2,0		53	
	3,15	2,2		36			2,37	2,1		46	
19	1,07	1,7		29	0,763	19	1,88	1,9		37	1,025
	1,75	2,0		44			2,21	2,1		67	
	1,61	1,6		49			4,37	2,8		41	
Summe	18,47	18,3		389			21,62	20,6		477	
Mittel	1,85	1,8	28000	38,9			2,16	2,1	32950	47,7	

[1]) Versuchsbedingungen wie bei Probe A.

Die Werte für die Bruchlast schwanken beim

Garn A	Docke	Ax	von	0,59	kg	bis 3,66	kg
	„	Ay	„	0,88	„	„ 4,10	„
Garn B	„	Bx	„	1,0	„	„ 3,70	„
	„	By	„	1,0	„	„ 4,94	„

Die aus dem Mittel von je 10 Einzelversuchen berechneten Reißlängen zeigen ebenfalls sehr beträchtliche Schwankungen, nämlich beim

Garn A	von	22100	m	bis	29650	m	
„ B	„	22650	„	„	38750	„	

Das Gesamtmittel aus allen Versuchen, je 100 für die Proben A und B, ergibt merkwürdigerweise trotz der starken Abweichungen im einzelnen für den gedüngten und ungedüngten Flachs sehr übereinstimmende Werte, nämlich

27040 m für Garn A
27680 „ „ „ B.

Diese Übereinstimmung kann aber zufälliger Art sein, und sie berechtigt nach den vorausgegangenen Mitteilungen nicht ohne weiteres zu dem Schluß, daß beide Flachssorten gleiche Festigkeit besitzen.

Hervorzuheben ist auch noch, daß die höchsten überhaupt ermittelten Festigkeitswerte bei dem Garn aus gedüngtem Flachs gefunden wurden; in dieser Hinsicht stimmen die jetzigen Beobachtungen mit den früheren überein. Mit den Garnen wurden noch weitere Festigkeitsversuche unter Anwendung kürzerer Fadenlängen ausgeführt, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden soll. Sie lieferten dasselbe Bild wie die eben besprochenen Versuche.

Die Weiterverfolgung der Frage nun soll nach dem Beschluß der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft an der Hand von Garnen geschehen, die auf Spinnmaschinen versponnen wurden. Es soll Flachs auf gedüngtem und ungedüngtem Boden in genügender Menge gebaut werden, um ihn auf Spinnmaschinen zu Garn verarbeiten zu können. Mit einem derartigen in sich gleichartigen Material wird man dann voraussichtlich die Frage über den Einfluß des Düngens auf die Festigkeit der Flachsfaser beantworten können.

6. Kleine Mitteilungen aus der Abteilung für Papierprüfung.

Vom Abteilungsvorsteher Prof. W. Herzberg.

Löschpapiere.

In verschiedenen Jahrgängen der „Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten“ [1]) wurde über die in der Versuchsanstalt bei Prüfung von Löschpapier gemachten Erfahrungen berichtet. Die hierbei ermittelten Werte für die Saughöhe sind nachstehend in Gruppen geordnet wiedergegeben. Insgesamt geprüft wurden 215 Löschpapiere, die sich auf die verschiedenen Gruppen wie folgt verteilen:

[1]) 1894 S. 225, 1896 S. 46, 1901 S. 107.

	Saughöhe nach 10 Minuten in mm															
	0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120	121—130	131—140	141—150	151—160
Anzahl	—	4	27	47	15	17	18	29	15	15	18	3	1	2	2	1
Prozent (rund) .	—	2	13	22	7	8	8	14	7	7	8	1	0,5	1	1	0,5

Die höchste Saughöhe unter diesen 215 Papieren zeigte ein englisches Erzeugnis mit 156 mm; höhere Werte wurden bisher in der Versuchsanstalt nicht beobachtet. Dr. Klemm berichtet in seinem bekannten „Papier-Industrie-Kalender" 1903, daß die größte bisher beobachtete Saughöhe 180 mm betrug.

Diese Saughöhe ist bei einem kürzlich der Versuchsanstalt eingereichten österreichischen Fabrikat noch übertroffen worden, das eine mittlere Saughöhe von 188,5 mm zeigte. Als Einzelwerte wurden bei 5 verschiedenen Versuchen ermittelt:

Maschinenrichtung 186 190 190 192 192 mm
Querrichtung 184 186 187 188 189 „

Dasselbe Papier wurde auch in der Abteilung für Papierprüfung am Technologischen Gewerbemuseum in Wien untersucht und hierbei, wie Prof. Lauboeck in dem soeben erschienenen Heft 1 und 2 der „Mitteilungen" des Museums berichtet, sogar eine mittlere Saughöhe von 195 mm gefunden.

Dieser Leistung kann man vom papiertechnischen Standpunkte aus seine Anerkennung nicht versagen.

Schulhefte.

In den „Mitteilungen" 1901 Seite 107 wurde auf verschiedene Schäden aufmerksam gemacht, welche die von Industrie und Handel gewünschte und seit Jahren erstrebte Gesundung unseres Schulheftmarktes verhindern. Vorzugsweise kommen hierbei, wie an der erwähnten Stelle näher ausgeführt wurde, in Frage

1. der Mangel allgemein gültiger Bestimmungen über Art und Beschaffenheit der Hefte,
2. die Abführung gewisser Beträge aus dem Verkauf von Heften an Unterstützungskassen,
3. das Zugabe-Unwesen.

Inzwischen haben sich die maßgebenden Stellen mit diesen Übelständen von neuem befaßt, und nach den Berichten der Fachpresse will man ihre Beseitigung energisch anstreben. Dies geht zunächst aus einem im „Zentralblatt für die gesamte Unterrichts-Verwaltung in Preußen" veröffentlichten Erlaß des Herrn Ministers hervor, in dem es unter anderem heißt:

„Weiter wolle die Regierung Sorge tragen, daß einheitliche Normalbestimmungen über die Beschaffenheit der Hefte durch die Schulbehörden unter Beirat von Lehrern aufgestellt und den Lieferanten tunlichst allgemein bekannt gegeben werden. Genügen Hefte diesen Bestimmungen, so sind sie zuzulassen ohne Rücksicht darauf, woher sie beschafft sind. Insonderheit darf es nicht gestattet werden, daß sie deswegen eine Zurückweisung vom Gebrauche erfahren, weil sie bestimmte Kennzeichen nicht zeigen."

Hier interessiert vorzugsweise die Materialfrage und insbesondere das Schreibpapier, aus dem unsere Schulhefte hergestellt sind.

Wie an der eingangs erwähnten Stelle der „Mitteilungen" ausgeführt wurde, läßt dieses Papier in vielen Fällen recht große Mängel erkennen. Hefte, deren Papier mehr das Aussehen von schlechtem Druckpapier als von gutem Schreibpapier hat, deren Blätter so dünn sind, daß selbst mittelstarke Schriftzüge störend durchscheinen, ferner Hefte mit schlecht geleimtem oder rauhem oder abfaserndem, die Feder verschmierendem Papier gehören durchaus nicht zu den Seltenheiten.

Diese Zustände sollen nunmehr, wie die angeführte Verfügung zeigt, nach Möglichkeit beseitigt werden. Es kann den maßgebenden Stellen naturgemäß nur erwünscht sein, wenn die Fachkreise sich zu dieser Frage sachverständig äußern, und der Nordwestdeutsche Papierverein hat hierzu zuerst Stellung genommen und einstimmig folgendes Gesuch an die Regierung zu Hannover gerichtet:

> „Die Regierung wird gebeten, eine Verfügung zu erlassen, daß in den Schulen für alle Arten Schreibhefte in Zukunft nur ein Normal 4a Papier laut Regierungsverordnung mit Wasserzeichen, 12 ½ kg schwer pro 1000 Bogen Reichsformat und blauer Mantel, 35 kg wiegend, Verwendung findet. Alle Hefte müssen sauber und akkurat geheftet, mit Rückenfalz versehen sein und ein gutes saugfähiges Löschblatt, nicht Löschkarton, enthalten. Im übrigen dürfen die Hefte keinerlei Abzeichen, Fabrikmarke oder sonstige den Ursprung der Herstellung des Heftes verratende Kennzeichen tragen."

Dieser Antrag geht nach meinem Dafürhalten in einem Punkte zu weit, in anderen nicht weit genug.

Über das zu erstrebende Ziel hinausgeschossen dürfte mit der Forderung sein, daß das Papier der Verwendungsklasse 4a angehören muß.

Bei der Aufstellung derartiger Bedingungen sollte man stets von dem Grundsatz ausgehen, nur das zu fordern, was für den vorliegenden Zweck unbedingt nötig ist. Jedes Mehr schädigt den Erzeuger und Verbraucher. Die Mängel, die an unserem Schulheftpapier und mit Recht getadelt worden sind, beziehen sich fast alle auf die Beschreibbarkeit. Das Papier ist häufig schlecht geleimt, sodaß die Schriftzüge leicht auslaufen und durchschlagen. Manche Papiere sind in der Leimung so wenig widerstandsfähig, daß die Tinte an den Stellen, die vorher mit der Hand berührt worden sind, ausläuft; andere wieder sind so dünn, daß selbst mittelstarke Schriftzüge störend durchscheinen. Als besonders lästiger Übelstand wird das häufige Verschmieren der Feder durch Fasern aus dem Papier empfunden, das teils auf mangelhafte Leimung und Glättung, teils auf Vorhandensein von Holzschliff zurückzuführen ist.

Mit dem Erkennen dieser Ursachen der Schäden ist auch der Weg zu ihrer Beseitigung gegeben. Hervorragend gute Leimung, hinreichende Glätte, kein Holzschliff und genügende Dicke, das sind die Forderungen, die man an ein gutes Schulheftpapier stellen muß, mit denen man aber auch auskommt. Weiter zu gehen und zu fordern, daß das Papier auch in der Festigkeit bestimmten Anforderungen entsprechen müsse (für Normal 4a werden verlangt die Werte: Reißlänge 3500 m, Dehnung 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern ziemlich groß) erscheint nicht notwendig. Klagen über mangelhafte Festigkeit des Schulheftpapiers sind noch nicht in dem Umfange laut geworden, daß man von einem allgemein empfundenen Übelstand sprechen könnte. Bei den geringen Anforderungen, die man wegen der kurzen Lebensdauer und der Art der Benutzung der Hefte an die Papierfestigkeit zu stellen braucht, bedarf es besonderer Vorschriften in dieser Richtung nicht.

Auf diesen Standpunkt hat sich auch der Papier-Industrie-Verein in einer Eingabe gestellt, die er in der Frage der Schulhefte bei dem preußischen Unterrichts-Ministerium eingereicht hat. Er hat von der Forderung einer bestimmten Papierfestigkeit Abstand genommen und nur vorgeschlagen, daß das Papier holzschliffrei sein und ein Quadratmetergewicht von rund 90 g (1000 Bogen 34 × 43 cm 13 kg) haben möge.

Das allein genügt aber nicht, um Besserung des bestehenden Zustandes zu erreichen, und als eine Lücke in den Anträgen der beiden Vereine muß das Fehlen der Forderung „besonders guter Leimfestigkeit" angesehen werden. Diese Forderung ist nach meinem Dafürhalten wichtiger als das Verlangen nach holzfreier Ware. Der Holzschliff soll hier nicht beseitigt werden, weil er ein wenig ausdauerndes Fasermaterial ist, dieser Gesichtspunkt kommt für Schulhefte nicht in Frage, sondern weil sich bei holzschliffhaltigem Papier die Spitze der Feder besonders leicht durch herausgehobene Fäserchen verschmiert. Das kann aber auch bei holzschliffreiem Material vorkommen, wenn es schlecht geleimt ist. Die Forderung guter Leimung ist also in jedem Fall besonders zu betonen.

Die Königliche Regierung zu Frankfurt a. O hat denn auch in einer Verfügung über die Beschaffenheit der Schulhefte von Ostern 1903 ab, wohl der ersten infolge des eingangs erwähnten Ministerialerlasses, diesem Gesichtspunkt besondere Rechnung getragen und u. a. bestimmt, „daß das Papier holzfrei, gut geleimt und geglättet sein soll, damit die Tinte nicht verläuft" usw. (vergl. Nr. 6 Seite 177 der Papierzeitung von 1903).

Denselben Gesichtspunkt wollte wohl auch die Regierung zu Breslau in den von ihr erlassenen „Normalbestimmungen über die Beschaffenheit der Hefte" zum Ausdruck bringen; daß ihr dies nicht gelungen ist, dürfte von den befragten Sachverständigen verschuldet sein. Der betreffende Teil der Verfügung lautet:

> „Für Aufsatz- und Schönschreibhefte ist Kanzleipapier von weißer Farbe zu verwenden; für die übrigen Hefte genügt gut geleimtes und geglättetes holzfreies Papier von solcher Stärke, daß die Schrift nicht durchscheint."

Der Verfasser dieser Bestimmung geht also von der Annahme aus, daß ein „Kanzleipapier von weißer Farbe" ohne weiteres die Eigenschaften besitzt, die für Schulheftpapier gefordert werden müssen: gute Leimung und Glätte, holzfreies Fasermaterial und genügende Stärke. Daß diese Ansicht nicht zutrifft, sollte eigentlich als bekannt vorausgesetzt werden. Weiße Kanzleipapiere mit Holzschliff sind keine Seltenheit und mangelhafte Leimung und Glätte findet man bei ihnen ebenso wie bei den übrigen Schreibpapieren. Die Bestimmungen bedürfen also einer Ergänzung.

Es wäre zu wünschen, daß alle nachfolgenden Verfügungen anderer Regierungen die Bedeutung guter Leimung durch Forderung hoher Leimfestigkeit betonten. Einheitlichkeit in dieser Hinsicht ist allerdings kaum zu erwarten, da es den einzelnen Regierungen überlassen ist, die Bestimmungen nach ihrem Ermessen aufzustellen. Vielleicht kommt aber der erwähnte Antrag des Papier-Industrie-Vereins noch zeitig genug, der verlangt, daß die Vorschriften, soweit sie sich auf die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Papiers beziehen, für ganz Preußen übereinstimmend sein sollen.

7. Kleine Mitteilungen aus der Abteilung für Baumaterialprüfung.

Vom Abteilungsvorsteher Prof. M. Gary.

Die Körnerplättchen zu Bauschingers Tasterapparat.

Wiederholt ist über unzuverlässige Messungen mit Bauschingers Tasterapparat Klage geführt worden. Vielfach sind sogar sorgfältig vorbereitete Versuchsreihen verworfen worden, weil man für unerklärliche Schwankungen in den Messungsergebnissen die Ursachen nicht finden konnte[1]).

Man vermutete wohl die Ursache in der Veränderung der Körnerplättchen der Versuchsstäbe, hatte aber keinen Beweis dafür. Die Versuchsanstalt hat sich nach diesen schlechten Erfahrungen mit den von Bauschinger angewandten Glasplättchen und auch mit Messingplättchen eingehend mit der Frage beschäftigt und die Veränderung der Plättchen während längerer Zeit beobachtet. Als sich ergab, daß beide Stoffe verhältnismäßig schnell der Zerstörung anheimfielen, sind mit Hilfe des Chemischen Laboratoriums für Tonindustrie in Berlin Plättchen aus Rubinen, aus böhmischen Granaten und aus Achat bezogen und in der Anstalt erprobt worden. Diese Mineralien haben sich gut bewährt; gegen die allgemeine Verwendung von Rubinen und Granaten spricht aber ihr hoher Preis. Achatplättchen dagegen sind nicht teuer und in großer Zahl bereits mehrere Jahre in Benutzung, ohne daß sie nennenswerte Veränderungen gezeigt haben. Es wurden geschliffene Körnervertiefungen und geschliffene und polierte angewendet, wobei sich zeigte, daß die Politur entbehrt werden kann. Achatplättchen können deshalb empfohlen werden.

Die Lichtbilder auf Taf. I, welche die erprobten Plättchen in starker Vergrößerung darstellen, geben Zeugnis von der Beschaffenheit der Körneroberflächen der einzelnen Mineralien der Glas- und der Messingplättchen.

Zerspringen von Kaminrohren.

In glasierten Tonrohren von rechteckigem Querschnitt, die als Abluftrohre für Raumlüftung, Kapellen, Gasöfen usw. dienen sollten und vor die Mauern eines Neubaues gesetzt wurden, traten da, wo eiserne Ofenrohre in die Kanäle mündeten, nach kurzer Zeit Sprünge auf, die völlig die Wandung des Rohres durchbrachen. Nachdem Proben einer zweiten, angeblich widerstandsfähigeren Kaminrohrsorte beschafft waren, sollten beide Sorten mit bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen Erwärmung miteinander verglichen werden. Die Rohrsorten wurden mit A und B bezeichnet.

A. Zwei hellgelbe Rohre mit dunkelbrauner Innenglasur und dem eingepreßten Fabrikstempel x. 15,5 · 21,5 cm lichte Weite, 68,5 cm Länge; Gewicht 32,7 kg.

B. Zwei braune Rohre mit dunkelbrauner Innenglasur und dem eingepreßten Fabrikstempel y. 16,5 · 16,5 cm lichte Weite, 68,5 cm Länge; Gewicht 32,8 kg.

Versuchsausführung.

Versuch I. Die beiden Rohre A und die beiden B wurden nach Maßgabe von Fig. 1 derart gelagert, daß je zwei darunter gestellte einflammige Bunsenbrenner von 1,8 cm Durch-

[1]) Vergl. z. B. Bericht über die Raumbeständigkeit von zehn Portlandzementen. „Mitt." 1899, Ergänzungsheft S. 55.

messer mit dem Mundstück 4,5 cm von der Kante des Rohres entfernt blieben und die Flammen eine Innenseite des Rohres berührten.

Ergebnis (Fig. 2). In beiden Rohrsorten traten nach 3—5 Minuten mit lautem Knacken Risse a von 5—10 cm Länge auf, die sich nach 10—20 Minuten unter dem gleichen Geräusch verlängerten und bei der Sorte B sich verzweigten, wie b und c andeuten.

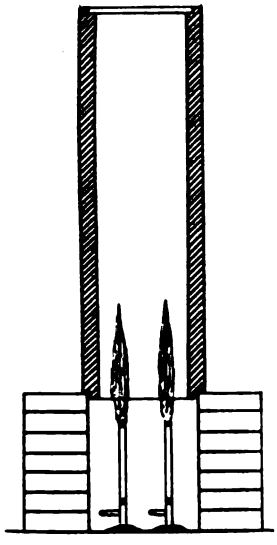


Fig. 1.

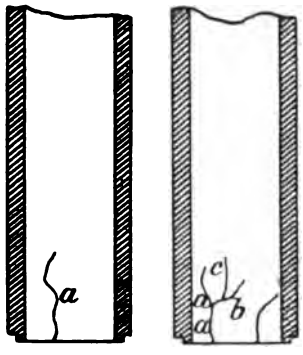


Fig. 2.

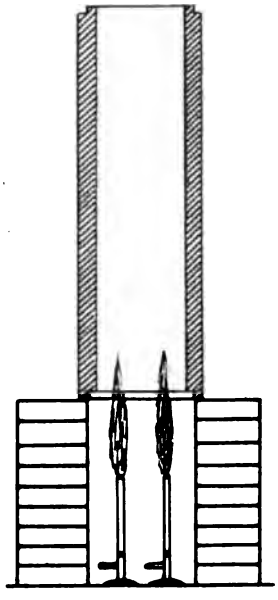


Fig. 3.

Bei dem Entstehen der Risse zeigte sich an den Rändern der Risse Feuchtigkeit in kleinen Tropfen, die nach etwa 3 Minuten wieder verschwanden. Nach einer Stunde wurde der Versuch abgebrochen, ohne daß neue Risse aufgetreten waren. Die Risse, die sich bei steigender Erwärmung allmählich erweitert hatten, zogen sich während der Abkühlung (die Rohre wurden im kalten Luftzuge auf Stroh gelagert) wieder zusammen. Fühlbare Erwärmung der Rohre trat nahe der Berührungsstelle der Flammen nach etwa 3 Minuten Brennzeit ein; von da ab zog sich die Erwärmung gleichmäßig zuerst über die der Flamme ausgesetzte Seite des Rohres und dann über die anstoßenden Flächen hin. Nach 30 Minuten Brennzeit war die Hälfte der Rohrfläche, welche den Flammen ausgesetzt war, so heiß geworden, daß sie sich mit der bloßen Hand nicht mehr berühren ließ.

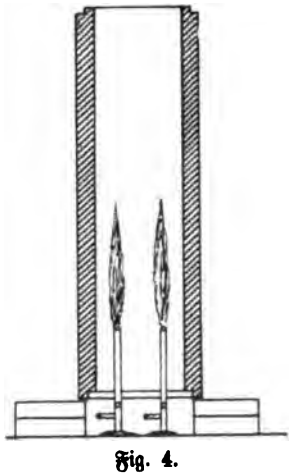


Fig. 4.

Versuch II. Das Rohr 1 der Sorten A und B wurde um 180° gedreht und, wie Fig. 3 zeigt, mit der Muffe nach unten so über die beiden Bunsenbrenner gestellt, daß ihre Mündungen 14 cm von der Muffenkante entfernt waren. Die Flammenspitzen trafen die Muffenkante derselben Fläche des Rohres, welche bei Versuch I beansprucht wurde.

Ergebnis. Während der einstündigen Einwirkung der Bunsenflammen und während der Abkühlung im Freien auf Stroh zeigte das Rohr keine Risse an dem beanspruchten Ende, obgleich schon nach etwa 40 Minuten Brennzeit ein Drittel der Rohrfläche, welche den Flammen ausgesetzt war, so heiß wurde, daß sie sich mit der bloßen Hand nicht mehr berühren ließ.

Versuch III. Das zweite Rohr der Sorten A und B wurde wie bei Versuch II gelagert, aber die beiden Bunsenbrenner so in die Mitte der Rohröffnung gestellt, daß sie 12,5 cm in das Rohr hineinragten (Fig. 4). Die Brenner standen nahe an zwei gegenüberliegenden Flächen, von denen bereits die eine durch Versuch I und II beansprucht worden war.

Ergebnis. Auch bei diesem Versuch traten keine neuen Risse in den Rohren auf. Die den Flammen zunächst liegenden Teile des Rohres wurden schon nach 10 Minuten warm und die Erwärmung dehnte sich dann gleichmäßig auch über die anderen Teile aus.

Aus dem Ergebnis dieser Versuche wurde geschlossen, daß die Rohre, die im Anlieferungszustande geprüft wurden, vielleicht vorher im Freien gelagert und Feuchtigkeit angezogen hatten, die infolge der schnellen Erhitzung bei der direkten Berührung mit den Flammen des Bunsenbrenners plötzlich verdampft und die Rohre sprengt.

Um hierüber Gewißheit zu erhalten, wurden folgende Versuche angestellt.

Wasseraufnahme des Scherbens.

Das Wasseraufnahmevermögen des Materials wurde an Scherbenstücken beider Rohrsorten bestimmt.

Rohr	Gewichte g im Mittel aus je 10 Einzelversuchen									Wasseraufnahme	
	beim Eingang	nach				nachdem die Proben				der Probe	bezogen auf 100 g Probengewicht
		24-	48-	100-	125-	24	125	175	200		
		ständigem Trocknen				Stunden unter Wasser gelegen				g	g
A	585,1	584,5	584,0	583,7	583,7	624,3	627,0	627,4	627,4	43,6	7,5
B	658,9	658,0	657,7	657,3	657,3	663,6	675,8	676,3	676,3	19,0	2,9

Hiernach war der Scherben der Rohre B beträchtlich dichter als A.

Vergleich eines trockenen und eines nassen Rohres.

Je ein Rohr der beiden Sorten A und B wurde mit dem bei den früheren Versuchen unverletzt gebliebenen Ende

a) über der Heizung getrocknet,

b) so in ein Gefäß mit Wasser gestellt, daß es 5 cm eintauchte. Das Wasser wurde durch Nachfüllen auf gleicher Höhe erhalten.

Die Rohre wurden in den Zuständen a und b acht Tage lang belassen. Die während dieser Zeit vor sich gehenden Gewichtsveränderungen konnten bei dem verhältnismäßig großen Gewicht der Rohre und der geringen Gewichtsänderung mangels einer geeigneten Wage nicht festgestellt werden.

Nun wurden beide Rohre so gelagert wie bei Fig. 1, und das Gas entflammt.

In beiden Rohren A und B, die getrocknet waren, entstand nach etwa 4 Minuten Brennzeit mit lautem Knack ein etwa 10 cm langer Riß, nach 10 Minuten daneben noch ein zweiter. Die Risse verlängerten und verzweigten sich während einer Stunde bis höchstens

auf 24 cm Länge und erweiterten sich, zogen sich aber nach Abkühlung der Rohre wieder zusammen.

Die beiden Rohre A und B, die im Wasser gestanden hatten, in gleicher Weise wie die trockenen erwärmt, erlitten nach 5 Minuten den ersten, nach 10—25 Minuten den zweiten Riß unter denselben Begleiterscheinungen, nur trat aus diesen Rissen Feuchtigkeit heraus und zwar jedesmal, wenn ein neuer Riß entstand. Das Wasser verdunstete allmählich und die Risse, die sich bei steigernder Erwärmung erweitert hatten, zogen sich bei Abkühlung wieder zusammen.

Schlußfolgerung.

Nach dem Ergebnis der Versuche ist der Unterschied in der Dichtigkeit der Rohre ohne Einfluß auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen einseitige Erhitzung. Das Zerspringen der Rohre ist nicht auf etwa aufgesogenes Wasser zurückzuführen, sondern auf Spannungsänderungen bei örtlicher Erwärmung.

Zementfliesen.

Vielfach wird der Versuch gemacht, von der Zusammensetzung künstlicher Bausteine oder Platten auf deren Festigkeit zu schließen, zumeist mit negativem Erfolge. Namentlich bei Betonmischungen sind häufig die Eigenschaften der verwendeten Materialien und das Mischungsverhältnis von geringerem Einflusse auf die Festigkeit als die Art der Bereitung und der Nachbehandlung des Betons. Ein Beispiel hierfür liefert eine Prüfung von Zementplatten, die kürzlich in der Anstalt ausgeführt wurde.

Der Magistrat einer Stadt Norddeutschlands schickte Zementfliesen mit dem Antrage ein, den Zementgehalt in diesen Fliesen festzustellen. Erläuternd war bemerkt, daß nach Angaben der Fabrik die Platten aus 1 Tl. einer der besten Portlandzementmarken und 2 Tl. Kies hergestellt seien.

Die Prüfung der Platten ergab, daß sie aus einer ziemlich dichten Mörtelmasse von fein- bis mittelkörnigem Gefüge mit unebenem, rauhem aber scharfkantigem Bruch und grauer Farbe bestanden.

In den Platten fanden sich 56,8 % Sand und zwar feinkörniger, hellgrauer Quarzsand, vermengt mit körnigen Gesteinstrümmern verschiedener Art und 31,2 % Bindemittel (im kohlensäure- und wasserfreien Zustande).

Der Glühverlust betrug 12 %. Hiernach berechnet sich das Mischungsverhältnis von Bindemittel (Zement im kohlensäure- und wasserfreien Zustande) zu Sand nach Gewichtsteilen = 1 : 1,8. Setzt man voraus, daß das verwendete Bindemittel Portlandzement gewesen ist und nimmt man als Einheitsgewicht für 1 Liter Zement 1,62 kg und für 1 Liter des Sandes das arithmetische Mittel aus den Gewichten des lose eingelaufenen und des fest eingerüttelten Liters, in diesem Falle $\frac{1{,}566 + 1{,}790}{2} = 1{,}678$ kg, an, so ergibt sich das Mischungsverhältnis nach Raumteilen annähernd = 1 : 1,7.

Gegen das Mischungsverhältnis ließ sich also durchaus nichts einwenden, und auch der verwendete Sand war augenscheinlich für den Zweck gut geeignet. Da außerdem die Platten keinerlei Treiberscheinungen aufwiesen, darf geschlossen werden, daß der verwendete Zement mindestens normengemäß war.

Dennoch teilte der Magistrat nach beendeter Prüfung mit, daß die Platten sich für Bürgersteige nicht im geringsten bewährt haben, daß sie sich schon in der kurzen Zeit, die sie auf dem Bürgersteige lagen (das sind etwa 2 Jahre) in hohem Grade abgetreten und den Witterungseinflüssen nur äußerst geringen Widerstand geleistet haben. Bei diesen Platten liegt also augenscheinlich der Fehler in der Art der Herstellung. Eine Prüfung auf Abnutzbarkeit der Platten vor dem Verlegen besonders über dem Sandstrahlgebläse hätte wahrscheinlich eine bessere Beurteilung der Verwendbarkeit der Platten ermöglicht, als die nachträgliche Prüfung auf Zusammensetzung, die außerdem noch wegen der Schwierigkeit, das Bindemittel für sich allein aus der Betonmasse herauszulösen, mit unvermeidlichen Fehlern behaftet ist.

Wertbestimmung der Puzzolane.

A. Lundteigen, Jankton, To. Dak. hat vorgeschlagen, den mörteltechnischen Wert der Puzzolane nach folgender Formel zu bestimmen:

$$V = \frac{F\sqrt{W}}{225}$$

V ist die Wertziffer, F der Prozentsatz der Puzzolane, welcher durch das Sieb von 1000 Maschen auf 1 Quadratzoll geht (5000-Maschensieb), W der Prozentsatz des Hydratwassers des Trasses.

Ich habe, um die Verwendbarkeit der Formel für Traß zu prüfen, aus den in der Versuchsanstalt veröffentlichten Prüfungsergebnissen verschiedener Trasse mehrere ohne Wahl herausgegriffen und in der Tabelle ihre Wertziffern nach Lundteigen den ermittelten Mörtelfestigkeiten gegenübergestellt.

Traß Nr.	Feinstes durch 5000 Maschen F	Hydratwasser W %	$V = \frac{F\sqrt{W}}{225}$	Mörtelmischung in Raumteilen	Zugfestigkeit in kg/qcm nach Wochen			Druckfestigkeit in kg/qcm nach Wochen		
					6	12	18	6	12	18
1	64	7,83	0,796	1½ Traß 1 Kalkteig 1¾ Rheinsand	11,5	16,0	16,9	80,9	112,9	127,8
2	62	7,84	0,771		9,6	12,7	16,2	64,9	95,4	118,6
3	60	8,06	0,757		19,0	22,3	24,9	110,3	142,9	172,1
4	58	8,55	0,752		21,8	24,2	23,8	168,6	192,5	194,6
5	59	8,00	0,742		11,6	18,3	20,8	73,9	107,8	131,5
6	57	7,63	0,699		15,8	—	—	117,6	—	—
7	56	7,34	0,674		14,3	20,3	22,7	90,7	122,6	143,6
8	49	7,33	0,590		8,1	13,7	17,5	63,2	114,8	123,1

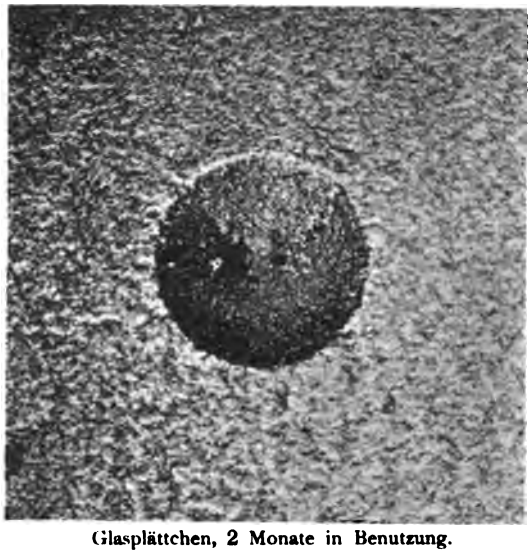
Die Zusammenstellung beweist, daß die Lundteigensche Formel zur Wertbestimmung des Trasses nicht verwendbar ist.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

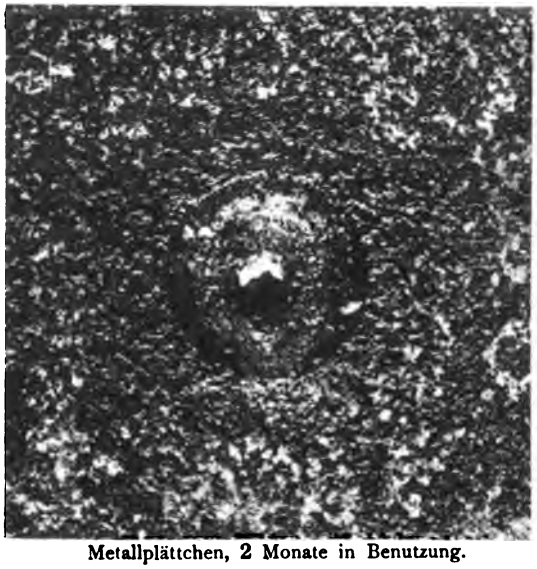
ary, Körnerplättchen zu Bauschingers Tasterapparat.

n, neu.



Glasplättchen, 2 Monate in Benutzung.

n, neu.



Metallplättchen, 2 Monate in Benutzung.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY.

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY.

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

Mitteilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XXI. Jahrgang. 1903. Drittes Heft.

1. Bekanntmachung.

Durch Erlaß der Herren Minister für Handel und Gewerbe, der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und der öffentlichen Arbeiten vom 24. Oktober 1903

M. f. H. u. G. I. 6937
M. d. g. U. u. M. A. U. I. T. 23142
M. d. öfftl. A. $\frac{\text{III}}{\text{I}}$. B. 2432

ist an Stelle des zum Berghauptmann und Direktor des Oberbergamts in Dortmund ernannten Geheimen Bergrats Baur der Bergrat Uthemann in Berlin zum Mitglied der unterzeichneten Kommission ernannt worden.

Berlin, den 4. November 1903.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

---

2. Druckfestigkeit von Beton und Einfluß der Körper- (Würfel-) Größe auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zement-Mörtel und Beton.

Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung.

Eine Ergänzung zu meinen Ausführungen unter der Überschrift „Druckfestigkeit von Beton" in Heft 1 des Jahrganges 1901 der „Mitteilungen" bilden die Ergebnisse mehrerer Versuchsreihen mit Mörtel- und Betonmischungen auf Druckfestigkeit, die im verflossenen Jahre zum Abschluß gekommen sind.

Sie beweisen, ebenso wie die in der erwähnten Veröffentlichung besprochenen Versuche, daß die vielfach herrschende Ansicht, daß Betonmischungen höhere Festigkeit erlangen, als der Mörtel des Betons, nicht allgemein zutrifft, daß vielmehr in Würfelform Betonmischungen bei normaler Bemessung des Wasserzusatzes unter Umständen sehr wohl geringere Festigkeit liefern können, als die Mörtel dieser Mischungen für sich.

Der Mörtel für die Probekörper zu den hier zu besprechenden neuen Versuchen wurde, wie in den bereits mitgeteilten Fällen, erdfeucht angemacht und mit dem Spatel von Hand in die Formen eingeschlagen, während der Beton durch Vermischen des erdfeuchten Mörtels mit dem gut genäßten Steinschlag (Granit- und Kiesschotter) angemacht und schichtenweise in die Formen eingestampft wurde. Das Einschlagen und das Einstampfen wurde so lange fortgesetzt, bis merkliche Schlammabsonderung an der Oberfläche der fertigen Probekörper eintrat. Bei den Betonwürfeln zeigte sich diese Schlammabsonderung schon während des Stampfens am unteren Rande der Eisenformen, ein Zeichen, daß der Beton hinreichend feucht war.

Sämtliche Mörtel- und Betonprobekörper erhärteten den ersten Tag in der Form, den zweiten Tag an der Luft in feuchtem Raum und die übrige Zeit unter feuchtem Sande.

Der verwendete Mörtelsand (Kiessand) beider Versuchsreihen entstammte derselben Grube. Es war ein fein- bis mittelkörniger Quarzsand, der auf dem Siebe von einer Masche auf 1 qcm[1]) nur vereinzelte grobe Stücke hinterließ. Der Granitsteinschlag war in beiden Fällen ziemlich grob, desgleichen der bei der ersten Versuchsreihe benutzte Kies, der auf dem Siebe mit einer Masche auf $2^1/_2$ qcm[2]) noch 29,2 % hinterließ. Der Durchmesser der Granitstücke schwankte zwischen 2 und 7 cm.

Die physikalischen Eigenschaften der für Versuchsreihe 1 verwendeten Mörtel-Betonbestandteile sind in Tab. 1, die Gewichte und Raumgewichte der Mörtel- und Betonprobekörper für 2 Tage und 3 Monate Alter in Tab. 2 und die Festigkeitswerte der Mörtel- und Betonmischungen in Tab. 3 und 4 verzeichnet.

In Tab. 5 sind die Ergebnisse der Festigkeitsversuche der leichteren Übersicht wegen als Mittelwerte aus je 10 Einzelversuchen zusammengestellt und in Fig. 1 zeichnerisch aufgetragen.

In entsprechender Reihenfolge sind die Ergebnisse zu der Versuchsreihe 2 in Tab. 6—10 zusammengefaßt und in Fig. 2 die mittleren Druckfestigkeiten der Mörtel- und Betonproben durch Schaulinien dargestellt. Die zahlenmäßigen Ergebnisse der Prüfung der Mörtel- und Betonbestandteile für diese Reihe auf Mahlfeinheit oder Korngröße sind, ebenso wie die Ergebnisse der gleichen Prüfung der zu den weiter unten beschriebenen Versuchsreihen benutzten Materialien zur leichteren Übersicht durch Schaulinien dargestellt, und zwar in Fig. 19 und 20 (am Schlusse angefügt). In diesen Figuren bedeuten die Ziffern 1—11 die Siebe mit einer Masche auf $2^1/_2$ qcm, sowie mit 1, 4, 9, 20, 60, 120, 324, 600, 900 und 5000 Maschen für 1 qcm[3]); S bedeutet das Siebfeinste, d. h. denjenigen Teil der Materialien, der durch das feinste angewendete Sieb hindurchgegangen ist. Die Schaulinien selbst zeigen die Siebrückstände zwischen je zwei Sieben an.

Wie aus dem Vergleich der Mittelwerte und aus dem Verlauf der Schaulinien (Fig. 1 und 2) ohne weiteres ersichtlich ist, liefern bei Versuchsreihe 1 sämtliche Mörtel höhere Festigkeiten als die daraus gefertigten Betonmischungen. Bei Versuchsreihe 2 wird die Mörtel-

---

[1]) Maschenweite rund 1 cm.

[2]) Größte Weite der Maschen rund 2 cm.

[3]) Nach den letzten Bestimmungen betrug bei den Sieben mit nachstehender Anzahl Maschen auf 1 qcm:

		1		4		9	20	60	120	324	600	900	5000	
die Maschenweite	längs	11,3	11,0	3,7	3,6	2,7	1,8	0,910	0,650	Nicht ermittelt	0,237	0,201	0,094	mm
	quer	10,7		3,5		2,7	1,8	0,882	0,627		0,228	0,197	0,091	„
die Drahtstärke	längs	1,9		1,0		0,6	0,5	0,316	0,298		0,149	0,058	0,052	„
	quer	1,9		1,0		0,6	0,5	0,325	0,277		0,157	0,064	0,051	„

Versuchsreihe 1.

Tabelle 1. Physikalische Eigenschaften der Mörtel- und Betonbestandteile.

Bestandteil	Mittleres Gewicht in kg für 1 Liter			Spezifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Undichtigkeitsgrad
	eingefüllt[1])	eingelaufen	eingerüttelt			
	R_l	R_f	R_r	s	$d = \frac{R_r}{s}$	$u = 1 - d$
Zement[2])	1,284	1,229	1,977	3,189	0,620	0,380
Bausand	1,427 (grubenfeucht)	1,645	1,911 (getrocknet)	2,671[3])	0,715	0,285
Kies (angefeuchtet)	1,618	—	—	—	—	0,375[4])
Granit (angefeuchtet)	1,380	—	—	2,501 (Raumgewicht)	—	0,470[4])

Tabelle 2. Gewicht und Raumgewicht der Mörtel- und Beton-Probekörper.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Mischung in Raumteilen			Gewicht in kg nach		Rauminhalt	Raumgewicht in g/ccm nach	
Zement	Bausand	Schotterzuschlag	2 Tagen	3 Monaten	ccm	2 Tagen	3 Monaten
1	1	—	0,805	0,815	355	2,268	2,296
		2 Kies	19,280	19,362	8000	2,410	2,420
		3 „	19,680	19,760	8000	2,460	2,470
		4 „	19,618	19,700	8000	2,453	2,463
		2 Granit	19,320	19,470	8000	2,415	2,434
	2	—	0,815	0,822	355	2,296	2,315
		4 Kies	19,666	19,780	8000	2,458	2,473
		5 „	19,822	19,910	8000	2,478	2,489
		4 Granit	19,590	19,710	8000	2,449	2,464
		5 „	19,790	19,900	8000	2,474	2,488
	3	—	0,809	0,815	355	2,279	2,296
		6 Kies	19,824	19,900	8000	2,478	2,488
		6 Granit	19,718	19,750	8000	2,465	2,469

Tabelle 3. Zug- und Druckfestigkeit der Mörtelmischungen.

Mittelwerte aus je 10 Einzelversuchen.

Abmessungen der Zugproben: Normalformat; Zerreißungsquerschnitt = 5 qcm.
„ „ Druckproben: 7,1 • 7,1 • 7,1 cm; gedrückte Fläche = 50 qcm.
3 Monate alte Proben.

Mörtelmischung	1 Raumtl. Zement + 1 „ Bausand	1 Raumtl. Zement + 2 „ Bausand	1 Raumtl. Zement + 3 „ Bausand
Wasserzusatz in % der trockenen Mischung	9,2	6,0	4,5
Zugfestigkeit kg/qcm	34,4	30,8	28,0
Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	421	360	282

[1]) Durch Einschaufeln des Materials in ein rundes Hohlmaß von 10 Liter Inhalt bestimmt.
[2]) Die Festigkeit des Normenmörtels betrug nach 28 Tagen Erhärtung unter Wasser 16 kg/qcm Zug und 178,3 kg/qcm Druck.
[3]) Das spezifische Gewicht des grubenfeuchten Sandes betrug 2,449.
[4]) Durch den Versuch bestimmt.

Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit.
Versuchsreihe 1. Tab. 5.

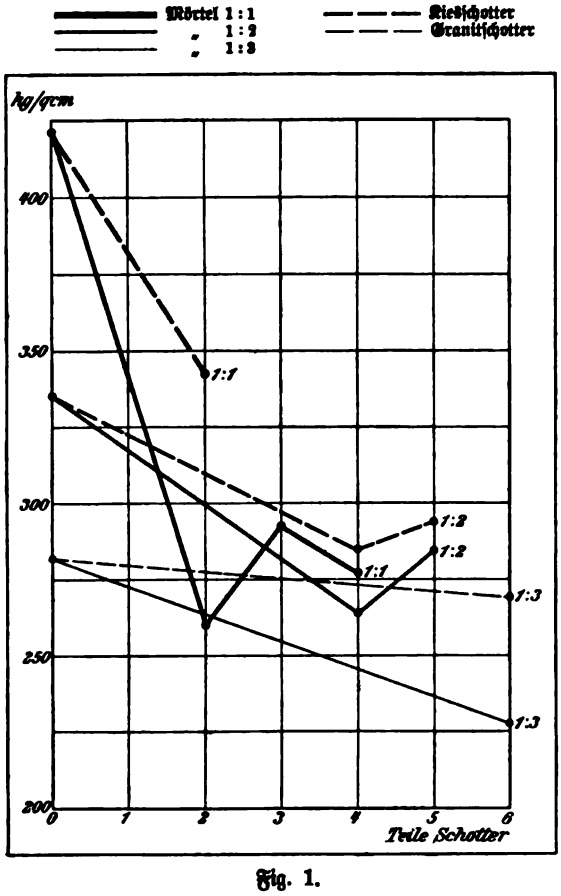


Fig. 1.

Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit.
Versuchsreihe 2. Tab. 10.

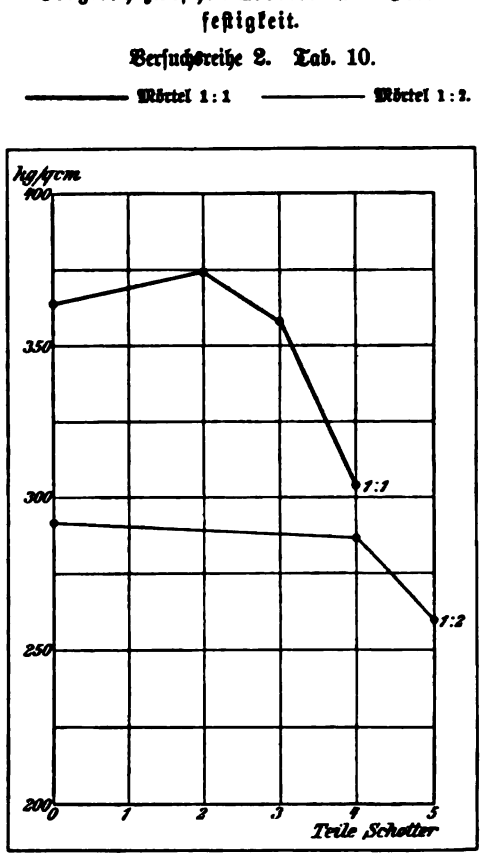


Fig. 2.

Tabelle 4. Druckfestigkeit der Betonmischungen.

Würfel von 20 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 400 qcm.
8 Monate alte Proben.

Betonmischung nach Raumteilen	Mörtel	1 Zement + 1 Bausand				1 Zement + 2 Bausand				1 Zement + 3 Bausand	
	Schotterzuschlag	2 Kies	3 Kies	4 Kies	2 Granit	4 Kies	5 Kies	4 Granit	5 Granit	6 Kies	6 Granit
Wasserzusatz % [1]		9,2	9,2	9,2	9,2	6,0	6,0	6,0	6,0	4,5	4,5
Versuch Nr.		Bruchlast in kg									
1		103750	110030	100860	125970	98440	113900	115350	116800	88780	104720
2		103750	115350	115350	131770	105200	108100	108580	113410	89750	100860
3		104240	118240	120660	139400	105200	114860	113410	121140	90710	105690
4		105690	124520	114380	139400	113410	115830	118730	119210	94580	111480
5		103750	118730	103270	149200	110030	114860	114380	115830	90230	115830
Mittel		104286	117874	110904	137148	106456	113510	114090	117278	90610	107716
Mittlere Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm		261	296	277	343	266	284	285	293	227	269

[1]) Bezogen auf den Mörtel.

Tabelle 5. Druckfestigkeit der Mörtel- und Beton-Mischungen.

Mittelwerte aus je 10 bezw. 5 Einzelversuchen.

Abmessungen der Mörtelkörper: Würfel von 7,1 cm Kantenlänge; gedrückte Fläche = 50 qcm.
„ „ Betonkörper: „ „ 20 „ „ „ „ = 400 „ .

Mischungsverhältnis in Raumteilen			Wasserzusatz %	Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	Bemerkungen
Zement	Bausand	Schotter			
1	1	0	9,2	421	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag in der Form, den zweiten an der Luft im feuchten Raume, und die übrige Zeit unter feuchtem Sande.
		2 Kies	9,2	261	
		3 „	9,2	293	
		4 „	9,2	277	
		2 Granit	9,2	343	
	2	0	6,0	360	
		4 Kies	6,0	266	
		5 „	6,0	284	
		4 Granit	6,0	285	
		5 „	6,0	293	
	3	0	4,5	282	
		6 Kies	4,5	227	
		6 Granit	4,5	269	

Versuchsreihe 2.

Tabelle 6. Physikalische Eigenschaften der Mörtel- und Beton-Bestandteile.

Bestandteil	Gewicht in kg für 1 Liter			Spez. Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $b = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $u = 1 - b$	Mahlfeinheit bezw. Korngröße											
	eingefüllt[1] R_l	eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r				Rückstand %	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm										
								auf 9 1/9 qcm 1 Masche	1	4	9	20	60	120	324	900	5000	—
Zement	1,283	1,213	1,961	3,179	0,404	0,277	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	14,0	—
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	14,0	86,0
Bausand[2]	Grubenfeucht 1,419	getrocknet 1,668	getrocknet 1,941	[3] 2,597	0,747	0,253	Gesamt auf den Sieben	4,5	5,5	10,5	12,5	17,0	30,5	47,0	73,0	91,5	—	—
							Zwischen je 2 Sieben	4,5	1,0	5,0	2,0	4,5	13,5	16,5	26,0	18,5	8,5	—
Granit-Steinschlag	1,376	—	—	2,594	—	0,477[4]	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Durch Messung im 10 l-Gefäß ermittelt.

[2] Feuchtigkeitsgehalt: 1,5 %. Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen: 0,8 %.

[3] Das spezifische Gewicht des Sandes im Anlieferungszustande (grubenfeucht) betrug: 2,584.

[4] Durch den Versuch bestimmt.

Tabelle 7. Gewicht und Raumgewicht der Mörtel- und Beton-Probekörper.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Mischung in Raumteilen			Gewicht in kg nach		Rauminhalt	Raumgewicht g/ccm nach	
Zement	Bausand	Schotterzuschlag	1 Tag	28 Tagen	ccm	1 Tag	28 Tagen
1	1	—	0,801	0,811	355	2,256	2,285
		2 Steinschlag	19,27	19,35	8000	2,409	2,419
		3 „	19,45	19,52	8000	2,431	2,440
		4 „	19,20	19,31	8000	2,400	2,414
	2	—	0,818	0,826	355	2,304	2,327
		4 Steinschlag	19,56	19,33	8000	2,445	2,416
		5 „	19,43	19,38	8000	2,429	2,423

Tabelle 8. Druckfestigkeit der Mörtelmischungen.

Mittelwerte aus je 10 Einzelversuchen.

Abmessungen der Druckproben: 7,1 • 7,1 • 7,1 cm; gedrückte Fläche = 50 qcm.

28 Tage alte Proben.

Mörtelmischung	1 Raumtl. Zement + 1 „ Bausand	1 Raumtl. Zement + 2 „ Bausand	1 Gewtl. Zement + [1]) 3 „ Normalsand	1 Gewtl. Zement + [1]) 3 „ Bausand
Wasserzusatz %	12,0	9,1	8,0	8,0
Mittlere Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	364	291	227	295

[1]) Zum Vergleich und zur Kennzeichnung des Zementes und Bausandes beigefügt.

Tabelle 9. Druckfestigkeit der Betonmischungen.

Würfel von 20 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 400 qcm.

28 Tage alte Proben.

Betonmischung nach Raumteilen	Mörtel	1 Zement + 1 Bausand			1 Zement + 2 Bausand	
	Schotterzuschlag	2 Steinschlag	3 Steinschlag	4 Steinschlag	4 Steinschlag	5 Steinschlag
Wasserzusatz % [1])		12,0	13,0	13,0	9,1	9,1
Versuch Nr.		Bruchlast in kg				
1		147800	147800	128200	119210	99410
2		136600	150600	89050	116800	100860
3		161750	135200	129600	118490	102790
4		147800	131000	142200	111240	119690
5		153350	150600	119800	108340	95060
Mittel		**149460**	**143040**	**121770**	**114816**	**103562**
Mittlere Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm		**374**	**358**	**304**	**287**	**259**

[1]) Bezogen auf den Mörtel.

Tabelle 10. Druckfestigkeit der Mörtel- und Betonmischungen.

Mittelwerte aus je 10 bezw. 5 Einzelversuchen.

Abmessungen der Mörtelkörper: 7,1 cm Kantenlänge; gedrückte Fläche = 50 qcm.
„ „ Betonkörper: 20 „ „ „ „ = 400 „

Mischungsverhältnis in Raumteilen			Wasserzusatz	Druckfestigkeit	Bemerkungen
Zement	Bausand	Granit-Steinschlag	%	kg/qcm	
1	1	0	12,0	364	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag im feuchten Raume an der Luft, die übrige Zeit in feuchtem Sande.
		2	12,0	374	
		3	13,0 [1])	358	
		4	13,0 [1])	304	
	2	0	9,1	291	
		4	9,1	287	
		5	9,1	259	

festigkeit in einem Falle (Mischung 1 : 1 : 2) durch einen geringen Schotterzusatz erhöht, während sie im übrigen ebenfalls mehr oder weniger herabgesetzt erscheint.

Also auch die Ergebnisse dieser Versuchsreihen zeigen deutlich den abmindernden Einfluß des Schotterzusatzes auf die Festigkeit von Mörtel und scheinen die Richtigkeit meiner Anschauung, daß die Dichtigkeit und infolgedessen die Festigkeit des Betons, gleiche Versuchsbedingungen, namentlich gleiche Misch- und Stampfarbeit vorausgesetzt, in erster Linie vom Gehalt an Mörtel abhängig ist, zu bestätigen. Eine weitere Bestätigung dieser Anschauung über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit sind die Ergebnisse einer weiteren Reihe von Festigkeitsversuchen mit Mörteln und mit daraus in Verbindung mit Granitsteinschlag hergestellten Betonmischungen. Die Ergebnisse, die als Mittelwerte aus je fünf Einzelversuchen in Tab. 11 verzeichnet sind, sprechen für sich selbst. Mit Ausnahme der Traßkalkmörtel [2]) und eines Zement-Traßmörtels haben, wie die Zusammenstellung zeigt, alle Mörtel höhere Festigkeiten geliefert, als die entsprechenden Betonmischungen.

Ausgeschlossen ist bei dem vorstehend Besprochenen und bei den früher mitgeteilten [3]) Versuchsreihen, daß etwa ungenügender Wasserzusatz zum Beton an der geringeren Festigkeit der Betonmischungen gegenüber der des Mörtels schuld ist. Wäre zu den Betonmischungen mehr Wasser verwendet worden, als zu den Mörtelmischungen, so würde die Betonfestigkeit wahrscheinlich noch geringer ausgefallen sein, wie sich aus (Tab. 12 bis 15) ergibt.

Bei den für eine Staatsbehörde ausgeführten Untersuchungen mit Beton war das Schottermaterial Kalksteinkleinschlag in Stücken von 2,5—6,0 cm Durchmesser. Die Eigenschaften der Betonstoffe und die Mischungsverhältnisse der geprüften Betonmischungen ergeben sich aus Tab. 12 und 13.

---

[1]) Der Mörtel dieser Mischungen mußte mit etwas mehr Wasser angemacht werden, um das Einstampfen der verhältnismäßig mörtelarmen Betonmischungen zu erleichtern.

[2]) Daß die Betonmischungen mit Traßkalkmörtel im Gegensatz zu den übrigen Betonmischungen höhere Festigkeit erlangt haben, als die Traßkalkmörtel für sich, ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß der zur Anfertigung der Betonmasse verwendete, vor dem Einbringen in die Betonmischmaschine zunächst für sich gemischte Traßkalkmörtel bei dem Mischen in der Betonmischmaschine eine weitere Bearbeitung erfuhr, die den Mörtel im Beton günstig beeinflußte und somit dessen bessere Erhärtung veranlaßte.

[3]) Mitteilungen 1900 Heft 5 und 1901 Heft 1.

Tabelle 11. Ergebnisse der Prüfung von 28 Tage alten Mörtelproben auf Zug- und Druckfestigkeit und von Betonwürfeln auf Druckfestigkeit.

Mittelwerte der Mörtelproben aus je 10, der Betonproben aus je 5 Einzelversuchen.

Zugproben: Normalformat; Mörtelwürfel: Würfel von 7,1 cm Kantenlänge; Betonwürfel: Würfel von 20 cm Kantenlänge.

Mischung nach gewogenen Raumteilen					Wasserzusatz	Zugfestigkeit in kg/qcm		Druckfestigkeit in kg/qcm			
						Erhärtung in		Erhärtung in			
Zement	Traßmehl	Kalkteig	Dünensand	Granitsteinschlag		Süßwasser[1])	Seewasser[1])	Süßwasser[1])		Seewasser[1])	
					%	Mörtel		Mörtel	Beton	Mörtel	Beton
1	—	—	2	1 Raumteil Steinschlag auf 0,5 Raumteile Mörtel.	9,5[2])	37,2	37,6	408	321	404	314
	—	—	4		7,0[2])	20,1	20,6	244	220	240	199
	1	—			10,5[2])	31,0	37,4	271	240	280	245
1½		—	5		9,5[2])	35,5	42,0	321	246	326	259
1		—	8		7,5[2])	15,9	19,4	101	100	121	116
1½		—	10		7,5[2])	18,5	29,5	139	146	152	153
—	3	2	1		2,6[2])	15,1	16,0	56	82	60	87
—	1½	1			2,0[2])	7,5	—	33	53	—	—

Tabelle 12. Eigenschaften der Mörtel- und Beton-Bestandteile.

Bezeichnung der Materialien	Gewicht für 1 Liter in kg			Spez. Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Undichtigkeitsgrad	Mahlfeinheit bezw. Korngröße									
	eingelaufen	eingerüttelt	eingefüllt[3])				Rückstand	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm								
	R_f	R_r	R_g	s	$d = \frac{R_r}{s}$	$u = 1 - d$	%	4	9	20	60	120	324	600	900	5000	—
Portland-Zement	1,178	1,939	1,256	3,125	—	—	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,4	0,4	16,0	—
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,4	0,0	15,6	84,0	—
Hydraulischer Kalk (Pulver)	0,775	1,271	0,883	2,516	—	—	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	0,0	0,6	7,0	8,0	26,0	—
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	0,0	0,6	6,4	1,0	18,0	74,0	—
Mauersand (Kiessand)	1,786	1,997	1,763	2,573	0,710	0,290	Gesamt auf den Sieben	9,0[4])	15,0	22,0	36,0	47,0	63,0	—	81,0	—	—
							Zwischen je 2 Sieben	9,0	6,0	7,0	14,0	11,0	16,0	—	18,0	—	19,0	—
Kalksteinkleinschlag	—	—	1,195	2,673	—	0,504[5])	Stücke von 2 bis 6,5 cm Durchmesser										

[1]) Die Proben lagerten die ersten 9 Tage an der Luft.

[2]) Für die Betonmischungen bezogen auf den Anteil an trockenem Mörtel im Beton. Der Steinschlag wurde im angenäßten Zustande dem Mörtel zugesetzt.

[3]) Durch Einschaufeln des Materials in ein zylindrisches Hohlmaß von 10 Liter Inhalt bestimmt.

[4]) Auf dem Siebe mit 1 Masche für den qcm blieb kein Rückstand liegen.

[5]) Durch Messung ermittelt.

Tabelle 13. **Gewicht und Raumgewicht der 90 Tage alten Körper zu Tabelle 15.**
Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Betonmischung in Raumteilen	1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 7 Steinschlag		1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 8 Steinschlag		1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 9 Steinschlag	
Wasserzusatz zum Mörtel %	Gewicht kg	Raumgewicht g/ccm	Gewicht kg	Raumgewicht g/ccm	Gewicht kg	Raumgewicht g/ccm
9% (erdfeucht)	18,54	2,318	18,72	2,340	18,65	2,331
11% (wasserreich)	18,46	2,308	18,65	2,331	18,43	2,304

Behufs Feststellung des Einflusses der Menge des Anmachewassers im Mörtel auf die Festigkeit des daraus hergestellten Betons wurde der Mörtel für die gewählten drei Betonmischungen in zwei Steifen, und zwar mit 9% und 11% Wasser, verwendet. Der Mörtel mit 9% Wasser hatte die übliche (erdfeuchte) Beschaffenheit; der Feuchtigkeitsgrad des wasserreicheren Mörtels war derart gewählt, daß der Beton sich noch immer gut einstampfen ließ und dabei keine zu große Schlammabsonderung zeigte, um von vornherein dem Einwande zu begegnen, der Beton sei etwa zu naß gewesen. Bereitung des Betons und Herstellung der Probekörper für die Festigkeitsversuche (Würfel von 20 cm Seitenlänge) erfolgte bei beiden Versuchsreihen genau in der sonst üblichen Weise. Die Probekörper lagerten nach der Herstellung 1 Tag an der Luft und die übrige Zeit unter feuchtem Sande.

Um über den Einfluß der Schottermenge und gleichzeitig der Menge des Anmachewassers auf die Dichte des Mörtels im erhärteten Beton genaueren Aufschluß zu gewinnen, als ihn das aus den Gewichten der ganzen Körper gewonnene Raumgewicht gibt, wurde an Bruchstücken der 90 Tage alten Betonprobekörper, die nach dem Druckversuch aus den scheinbar unversehrt gebliebenen Mörtelstücken entnommen waren, das Raumgewicht im trockenen Zustande festgestellt (Tab. 14). Man sieht, daß der erdfeuchte Mörtel dichter wurde, als der wasserreichere. In Übereinstimmung hiermit stehen die in Tab. 15 verzeichneten in Fig. 3 (Seite 121) zeichnerisch dargestellten Ergebnisse der Festigkeitsversuche, aus denen hervorgeht, daß der Beton mit dem erdfeuchten Mörtel in allen drei Mischungen demjenigen mit wasserreicherem Mörtel an Festigkeit überlegen war.

Der Festigkeitsunterschied bleibt auch bei wachsendem Alter innerhalb der zur Anwenduug gelangten Versuchsdauer (90 Tagsproben) noch bestehen.

Das Ergebnis der oben mitgeteilten Versuchsreihen in Verbindung mit früheren Erfahrungen berechtigt zu dem Schluß, daß die Herabsetzung der Mörtelfestigkeit durch Schotterzusatz, wie sie bei den vorangegangenen vergleichenden Versuchen mit Mörtel und Beton festgestellt worden ist, nicht etwa die Folge zu geringen Wasserzusatzes gewesen ist, und leitet zu dem ferneren Schluß, daß die in der Versuchsanstalt übliche Art der Betonbereitung, d. h. die Verwendung erdfeuchten Mörtels mit genäßtem bezw. wassersattem Schotter, sachgemäß ist und keinen zu trockenen Beton liefert[1]). —

[1]) Hiermit soll nicht gesagt sein, daß man nicht unter Umständen bei der Herstellung von Beton, namentlich wenn bestimmte Materialien und Mischungsverhältnisse vorgeschrieben sind, über den normalen Wasserzusatz hinausgehen muß. Z. B. ist man hierzu gezwungen, wenn man Beton verarbeitet, der verhältnismäßig mörtelarm ist und dessen Steinschlag nur aus gleichmäßig groben Stücken besteht; ferner in solchem Falle, in dem in den Beton größere Steinstücke eingepackt werden sollen. Mit größeren Wasserzusätzen muß auch der Beton angemacht werden, wenn Eiseneinlagen in ihn eingebettet werden sollen, damit der Beton beim Stampfen genügend plastisch und

Tabelle 14. Raumgewicht des Mörtels der 90 Tage alten Körper zu Tabelle 15.
Mittelwerte aus je 4 Einzelversuchen.

Betonmischung in Raumteilen	1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 7 Steinschlag	1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 8 Steinschlag	1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 9 Steinschlag
Wasserzusatz zum Mörtel %	Raumgewicht des getrockneten Mörtels g/ccm		
9 % (erdfeucht)	2,121	2,106	2,128
11 % (wasserreich)	2,025	2,073	2,009

Tabelle 15. Druckfestigkeit der Betonmischungen mit verschiedenem Wasserzusatz.
Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Betonmischung in Raumteilen	1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 7 Steinschlag		1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 8 Steinschlag			1 Zement + 1 Kalkpulver + 4,7 Kiessand + 9 Steinschlag	
Alter der Proben	28 Tage	90 Tage	7 Tage	28 Tage	90 Tage	28 Tage	90 Tage
Versuch Nr.	Mörtel mit 9 % Wasser (erdfeucht)						
1	121	168	104	156	187	138	167
2	119	166	108	168	183	116	190
3	127	170	100	153	188	135	176
4	133	185	107	150	185	121	183
5	119	186	109	132	190	123	178
Mittel	**124**	**175**	**106**	**152**	**187**	**127**	**179**
Versuch Nr.	Mörtel mit 11 % Wasser (wasserreich)						
1	104	125	68	113	140	83	150
2	92	133	72	96	145	103	142
3	96	123	77	84	149	90	144
4	101	124	80	105	147	100	106
5	86	121	71	103	129	78	128
Mittel	**96**	**126**	**74**	**100**	**148**	**91**	**134**

Trotz der Bestätigung der bei den früher mitgeteilten Versuchsreihen gewonnenen Ergebnisse durch die der vorliegenden Reihen blieb doch angesichts der festgestellten zum Teil recht erheblichen Unterschiede zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit die Frage offen, ob diese Abweichungen nicht etwa auf die Verschiedenheit der zu den Druckversuchen verwendeten Körpergrößen selbst (die Mörtelproben waren Würfel von 7,1 cm und die Betonproben solche von 20 cm Kantenlänge) zurückzuführen seien, was aufzuklären um so dringender erschien, als nach den bisherigen ziemlich allgemein herrschenden den vorstehenden Ergebnissen widersprechenden Anschauungen Betonmischungen höhere Festigkeit liefern sollten, als die zu ihrer Herstellung benutzten Mörtelmischungen. Hieran schloß sich die weitere Frage, ob überhaupt der unmittel-

beweglich wird und sich besser an das Eisen anschmiegt (vergl. die deutsche Portland-Zement- und Beton-Industrie auf der Düsseldorfer Ausstellung" 1902 S. 112 und „Die Ursachen des mangelhaften Verhaltens von Zementmörtel und Beton und ihre Feststellung"; Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1902, Nr. 98, S. 607). Anderseits darf natürlich auch der Beton nicht zu trocken angemacht sein, da er sonst nicht plastisch werden und keine einheitliche zusammenhängende Masse bilden kann, ihm auch das zum genügenden Abbinden erforderliche Wasser fehlen würde, Umstände, die die Festigkeit und Erhärtung der Betonmasse selbstverständlich beeinträchtigen würden.

bare Vergleich der Festigkeiten verschieden großer Würfel, sei es aus Mörtel oder Beton, zulässig ist oder nicht.

Nach dem Gesetz der Ähnlichkeit, das für viele Materialien durch Versuche von Barba, Bauschinger, Kick, Martens u. a. bestätigt ist, erfahren geometrisch ähnliche Körper unter gleichen Umständen durch die gleichen Spannungen geometrisch ähnliche Formänderungen [1]).

Martens [1]) äußert sich zu diesem Gesetz u. a. wie folgt:

„Das Ähnlichkeitsgesetz kann natürlich streng genommen nur für solche Körper gelten, die in sich völlig gleichartig aufgebaut sind, d. h. auch geometrisch ähnlichen Gefügebau besitzen" und an anderer Stelle [2]) „Würfel sind geometrisch ähnliche Körper, und diese geben für gleiche Spannungen geometrisch ähnliche Formänderungen, wenn die Körper in ihrer Masse gefügelos (homogen) oder nach ihrem Gefügebau den Raum des Probekörpers geometrisch ähnlich erfüllen".

Einfluß des Wasserzusatzes auf die Druckfestigkeit von Beton.

Tab. 15.

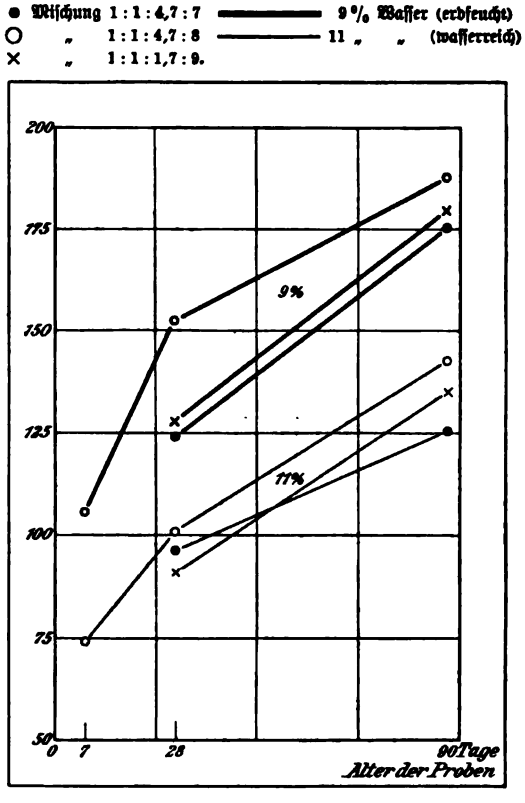


Fig. 3.

Man war bisher und ist vielfach auch noch zur Zeit der Ansicht — ausreichende Erfahrungen und planmäßige Versuche lagen auf diesem Gebiet, wenigstens soweit Mörtel und Beton in Betracht kommen, noch nicht vor —, daß auch bei Mörtel und Beton die Spannungs- bezw. Festigkeitsverhältnisse von der Größe der Probekörper, wenn diese geometrisch ähnlich sind, nicht wesentlich beeinflußt werden [3]). Man hat daher Versuche mit Beton in der Annahme ausgeführt, daß die Größe der Mörtel- oder Betonwürfel, so lange diese unter denselben Bedingungen hergestellt, aufbewahrt und geprüft werden, ohne Einfluß auf das Ergebnis der Festigkeitsprüfung sei [4]). Auch hat man in vorläufiger Unkenntnis über den Einfluß der

[1]) Über den Einfluß der Körperform auf die Ergebnisse von Druckversuchen „Mitteilungen 1896, Heft 3, S. 133 ff. Martens, Materialienkunde für den Maschinenbau, Jahrg. 1898, S. 101, Verlag von Jul. Springer, Berlin.

[2]) Zeitschrift für praktische Geologie. Jahrg. 1900, Heft 3, S. 79.

[3]) Es herrscht in der Praxis sogar noch vielfach die Meinung, daß größere Würfel höhere Festigkeiten geben, als kleinere (Tonindustrie-Zeitung 1899, Nr. 24, S. 1607).

[4]) In neuerer Zeit sind größere Würfel bevorzugt worden, einmal um den Verhältnissen der Praxis näher zu kommen, dann aber auch, um in ihrer ganzen Masse möglichst gleichmäßige Körper auch bei Verwendung von grobem Schotter herstellen zu können (Martens: Prüfung der Druckfestigkeit von Beton. „Mitteilungen", Jahrg. 1900, S. 102).

Körpergröße auf die Mörtel- und Betonfestigkeit unbeanstandet die Festigkeiten von Mörtel- und Betonwürfeln verschiedener Größe ohne weiteres miteinander verglichen.

Der Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit von Zementmörtel- und -beton sollte durch die nachstehend beschriebenen Versuche studiert und klargestellt werden.

Bei diesen Versuchen und den daraus gezogenen Schlußfolgerungen ist, wie hier schon hervorgehoben werden möge, der etwa vorhandene Einfluß innerer chemischer Vorgänge auf die Erhärtung und Festigkeit der Würfel verschiedener Größe unberücksichtigt geblieben.

Der Einfachheit halber sind für die in nachfolgenden Ausführungen häufig wiederkehrenden Bezeichnungen, wie: Gewicht, Raumgewicht, Festigkeit usw., Abkürzungen gewählt, und zwar bedeutet:

G: Gewicht;
r: Raumgewicht;
σ_B: Druckfestigkeit;
I: Inhalt;
F: Oberfläche;
Würfel 7: Würfel von 7,1 cm Kantenlänge
„ 10: „ „ 10 „ „
„ 20: „ „ 20 „ „
„ 30: „ „ 30 „ „

Versuchsreihe 1. (Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit.)

Aus zwei langsambindenden Portland-Zementen und zwei verschiedenen Sanden (Normalsand und fein- bis mittelkörniger Mauersand) wurden Würfel in den zwei Größen, wie sie bei den früheren vergleichenden Mörtel- und Betonuntersuchungen zur Verwendung gelangt waren, nämlich von 7,1 und 20 cm Kantenlänge, hergestellt. Beim Formen der Körper wurde ganz besonders Wert darauf gelegt, daß das Einstampfen bezw. Einschlagen des Mörtels in die Form möglichst in übereinstimmender Weise erfolgte, um Körper von möglichst gleichem r zu gewinnen. Als Merkmal für das gleichmäßige Einstampfen und Bearbeiten der Mörtelmasse in der Form und als maßgebend für die Beurteilung, wann der Körper als fertig gestampft gelten konnte, wurde wie in früheren Fällen für das genügende Durcharbeiten der Masse die charakteristische, bei den fertig gestampften Körpern an der Oberfläche, bei den Betonproben auch schon während des Stampfens an der Unterkante der Form eintretende Schlamm-(Wasser-)absonderung angesehen.

Die Probekörper lagerten den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter feuchtem Sande und wurden bei 7 und 28 Tagen Alter geprüft (Tab. 16—18 und Fig. 4).

Aus Tab. 18 und dem Verlauf der Schaulinien (Fig. 4) ist ohne weiteres ersichtlich, daß die kleinen Würfel in allen Fällen höhere Festigkeiten erlangt haben, als die großen Würfel, und zwar ist dieser Unterschied bei dem Mörtel aus Mauersand erheblicher, als bei dem aus Normalsand. Dies Ergebnis wäre an sich nicht auffällig, weil, wie Tab. 17 zeigt, die Würfel 7 größeres r hatten als die Würfel 20; es gab indes insofern zu Bedenken Anlaß, als auch bei der Reihe (Zement A 1 + 3 Normalsand), bei der die großen Würfel höheres r hatten als die kleinen, die kleinen Würfel trotzdem größere Festigkeit lieferten als die großen. Die Erhärtung konnte man sich bei beiden Würfelgrößen mit Recht als in gleicher Weise verlaufend denken; wenigstens lag bislang kein Grund vor, sie sich bei aus gleichem Mörtel oder Beton in durchaus gleicher Weise hergestellten und unter

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung (Festigkeit) von Zementmörtel und -beton.

Versuchsreihe 1.

Tabelle 16. Physikalische Eigenschaften der Mörtelbestandteile.

Bestandteil	Gewicht in kg für 1 Liter eingelaufen R_f	Gewicht in kg für 1 Liter eingerüttelt R_r	Spezifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $n = 1-d$	Mahlfeinheit bezw. Korngröße: Rückstand %	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 4	9	20	60	120	324	600	900	5000	—
Zement A	1,239	1,960	3,175	0,617	0,383	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	—	0,0	0,2	16,0	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	—	0,0	0,2	15,8	84,0	—
Zement B	1,080	1,740	3,196	0,544	0,456	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,2	0,4	13,0	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,2	0,2	12,6	87,0	—
Normalsand	1,404	1,684	2,661	0,633	0,367	Gesamt auf den Sieben	—	—	0,0	0,5	99,9	100,0	—	—	—	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	0,0	0,5	99,4	0,1	—	—	—	—	—
Mauersand	1,670	1,919	2,597	0,739	0,261	Gesamt auf den Sieben	0,0	2,0	13,0	39,0	52,0	72,0	—	92,0	—	—
						Zwischen je 2 Sieben	0,0	2,0	11,0	26,0	13,0	20,0	20,0	—	0,8	—	—

Tabelle 17. Gewicht und Raumgewicht der Körper zu Tabelle 18.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Bezeichnung des Zementes	Mörtelmischung in Gewtl.	Kantenlänge der Würfel	Gewicht in kg nach 1 Tag	Gewicht in kg nach 7 Tagen	Gewicht in kg nach 28 Tagen	Raumgewicht in g/ccm nach 1 Tag	Raumgewicht in g/ccm nach 7 Tagen	Raumgewicht in g/ccm nach 28 Tagen
A	1 Zement + 3 Normalsand	7,1 cm	0,787	0,793	0,792	2,217	2,234	2,231
		20 cm	17,85	17,94	17,94	2,231	2,243	2,243
	1 Zement + 3 Mauersand	7,1 cm	0,811	0,819	0,818	2,285	2,307	2,304
		20 cm	18,08	18,13	18,15	2,260	2,267	2,271
B	1 Zement + 3 Normalsand	7,1 cm	0,800	0,807	0,807	2,254	2,273	2,273
		20 cm	17,90	18,13	18,02	2,243	2,266	2,253
	1 Zement + 3 Mauersand	7,1 cm	0,827	0,832	0,833	2,330	2,344	2,346
		20 cm	18,19	18,24	18,27	2,274	2,280	2,284

Tabelle 18. Druckfestigkeit von Mörtelwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Bezeichnung des Zementes	Zement A				Zement B				Bemerkungen.
Mörtelmischung Gewtl.	1 Zement + 3 Normalsand		1 Zement + 3 Mauersand		1 Zement + 3 Normalsand		1 Zement + 3 Mauersand		
Wasserzusatz	8,5		9,0		8,5		9,0		
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge								
1	174	223	223	302	166	260	258	392	Die Körper wurden durch Einschlagen des erdfeuchten Mörtels in die Form hergestellt, verblieben einen Tag in der Form, einen Tag an der Luft und erhärteten die übrige Zeit unter feuchtem Sande.
2	150	216	213	300	164	249	256	356	
3	155	232	198	281	166	255	278	364	
4	179	218	201	296	172	272	230	355	
5	148	251	218	290	184	258	261	354	
6	166	228	206	283	170	274	260	364	
7	151	245	217	281	172	255	253	394	
8	171	233	206	300	174	261	264	376	
9	168	263	196	281	166	265	256	355	
10	170	242	218	292	162	248	254	354	
Mittel	**163**	**235**	**210**	**291**	**170**	**260**	**257**	**366**	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge								
1	140	208	163	211	133	205	176	221	
2	162	221	151	211	151	211	181	245	
3	154	198	159	205	162	203	178	238	
4	164	220	168	218	162	197	182	214	
5	159	217	154	223	158	196	168	232	
Mittel	**156**	**213**	**159**	**214**	**153**	**206**	**177**	**230**	

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementmörtel.
Versuchsreihe 1. Tab. 18.
Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.

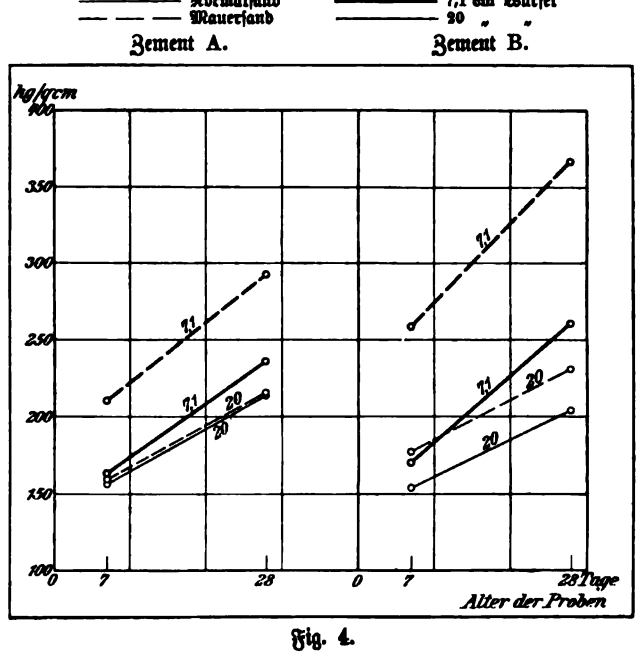


Fig. 4.

durchaus gleichen Bedingungen gelagerten Körpern geometrisch ähnlicher Form, wenn auch verschiedener Größe, anders verlaufend vorzustellen.

Es mußte daher bei den weiter in Aussicht genommenen Versuchen ein Herstellungsverfahren angeordnet werden, bei dem die Gewinnung von Körpern gleicher Dichte von vornherein gewährleistet werden konnte.

Versuchsreihe 2. (Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit.)

Aus dem Zement B und dem Mauersand der Versuchsreihe 1 sollten Würfel 7 und 20 in den Mischungen:

a) 1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Mauersand
b) 1 „ „ + 5 „ „

hergestellt werden.

Um nun den Einfluß der Herstellungsart auf die Verdichtung und spätere Festigkeit der Probekörper nach Möglichkeit auszuschließen, wurde der Mörtel nicht, wie bei den vorhergehenden und den früheren Versuchsreihen, in erdfeuchter, sondern in solcher Beschaffenheit angemacht, daß er sich in die Form noch einfüllen ließ[1]). Durch dieses Verfahren der Probenanfertigung wurde das Einschlagen und überhaupt jede nachträgliche Bearbeitung der Mörtelmasse in der Form überflüssig gemacht und somit der Einfluß der Schlagarbeit ausgeschieden, und es mußte angenommen werden, daß man Körper von nahezu übereinstimmender Dichte gewinnen würde.

Die solcher Art hergestellten Körper blieben 27 Tage an der Luft, davon den ersten Tag in der Form und erhärteten die übrige Zeit unter feuchtem Sande.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tab. 19 bis 21 zusammengefaßt. Der Verlauf der Erhärtung ist außerdem aus Fig. 5 ersichtlich. Wie aus Tab. 19 und noch deutlicher aus Tab. 20 hervorgeht, haben beide Würfelgrößen annähernd gleiches r, nach Tab. 19 die großen Würfel sogar höheres als die kleinen Würfel.

Bei 7 Tagen Alter stimmen auch die σ_B beider Würfelarten noch gut überein. Bei 28 Tagen Alter ergeben sich jedoch wieder dieselben Abweichungen, wie bei Versuchsreihe 1, d. h. die kleinen Würfel sind in der σ_B mehr fortgeschritten, als die großen Würfel.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementmörtel. Versuchsreihe 2. Tab. 21.
Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.

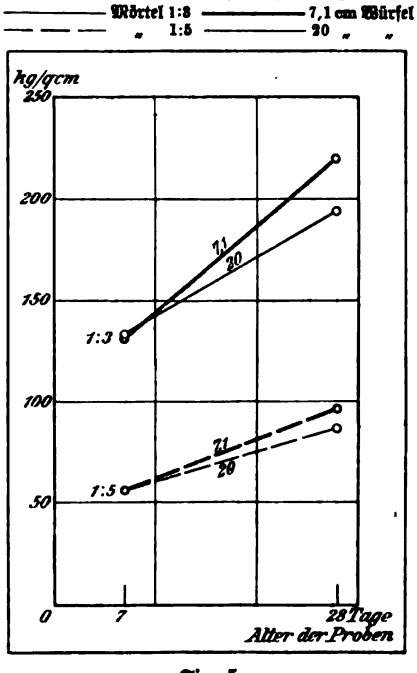


Fig. 5.

Diese Tatsache konnte auf Zufälligkeiten beruhen; sie konnte indes auch darauf zurückzuführen sein, daß die Körper infolge des verschiedenen Rauminhaltes hinsichtlich des Erhärtungs-

[1]) Dieses Herstellungsverfahren hat jedoch, wie sich nach Entformung der Körper herausstellte, den Nachteil, daß die Körper in ihrem untersten Teil ungleich dicht werden und ausgelaugt erschienen; die unteren Körperkanten und Ecken waren unscharf und etwas abgerundet; dies macht sich namentlich an den Würfeln von 7,1 cm Kantenlänge bemerkbar.

Versuchsreihe 2. (Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit.)

(Zement B und Mauersand der Versuchsreihe 1.)

Tabelle 19. Gewicht und Raumgewicht der Körper zu Tabelle 21.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Würfelgröße	Gewicht in kg nach			Raumgewicht in g/ccm nach		
	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen
1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Mauersand.						
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	0,776	0,778	0,785	2,180	2,192	2,211
„ „ 20 „ „	17,60	17,64	17,80	2,200	2,205	2,225
1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Mauersand.						
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	0,747	0,757	0,752	2,107	2,132	2,118
„ „ 20 „ „	17,13	17,26	17,26	2,144	2,158	2,158

Tabelle 20. Raumgewicht des Mörtelmaterials, bestimmt an 90 Tage alten Probekörpern im trockenen Zustande.

Mittelwerte aus je 3 Einzelversuchen.

Mörtelmischung	1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Mauersand			1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Mauersand		
Würfelgröße (Kantenlänge)	7,1 cm	20 cm unterer Teil	20 cm oberer Teil	7,1 cm	20 cm unterer Teil	20 cm oberer Teil
Raumgewicht g/ccm	2,068	2,074	2,069	1,997	2,030	2,006

Tabelle 21. Druckfestigkeit von Mörtelwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Mörtelmischung (Wasserzusatz %)	1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Mauersand (12,5 %)		1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Mauersand (11,0 %)		Bemerkungen
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge				Die Würfel wurden durch Einfüllen des mauergerechten Mörtels in die Form hergestellt, verblieben einen Tag in der Form, einen Tag an der Luft und erhärteten die übrige Zeit unter feuchtem Sande.
1	119	210	56,2	103,6	
2	123	208	56,2	85,2	
3	128	222	51,2	96,8	
4	128	230	56,2	86,2	
5	147	222	56,2	103,6	
Mittel	130	219	55,2	95,0	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge				
1	124	196	56,5	86,7	
2	132	196	53,0	81,9	
3	136	196	51,1	87,9	
4	138	185	54,1	86,7	
5	132	193	57,7	86,7	
Mittel	133	194	54,5	86,0	

verlaufes der verschieden großen Körper bei der Lagerung unter feuchtem Sande oder auch schon bei der, der Sandlagerung vorangehenden zweitägigen Lufterhärtung infolge verschiedener Feuchtigkeitsabgabe oder -aufnahme sich verschieden verhalten hatten.

Eine weitere Versuchsreihe wurde deshalb angeordnet, bei der für möglichst gleichmäßige Lagerungsbedingungen der Körper gesorgt war; die Probekörper sollten nach erfolgtem Abbinden völlig unter Wasser[1]) erhärten.

Versuchsreihe 3. (Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit.)

Zur Prüfung gelangte die Betonmischung 1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand, zu deren Herstellung langsambindender Portland-Zement und ziemlich feinkörniger Kiessand verwendet wurden, wie er in Berlin häufig zur Betonbereitung verwendet wird und aus dem die gröbsten Kiesstücke entfernt[2]) waren.

Außer den Würfeln 7 und 20 wurden noch Würfel 10 und 30 geprüft; größere Würfel konnten, wie wünschenswert dies vom wissenschaftlichen Standpunkte aus auch gewesen wäre, nicht benutzt werden, da zu deren Herstellung Formen nicht vorhanden waren.

Zement und Kies wurden wie bei Reihe 2 in dem vorgeschriebenen Mischungsverhältnis zunächst trocken gemischt und dann mit soviel Wasser angemacht, daß mauergerechter Beton entstand, der sich gut in die Formen einfüllen ließ. Nach drei Tagen Lagerung an der Luft (die beiden ersten Tage in der Form) wurden die Körper unter Wasser gebracht; Tab. 22 bis 25 zeigen die gewonnenen Ergebnisse.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementmörtel und -beton.

Versuchsreihe 3. Tab. 23 und 24.

Ergebnisse der Raumgewichtsbestimmung.

● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

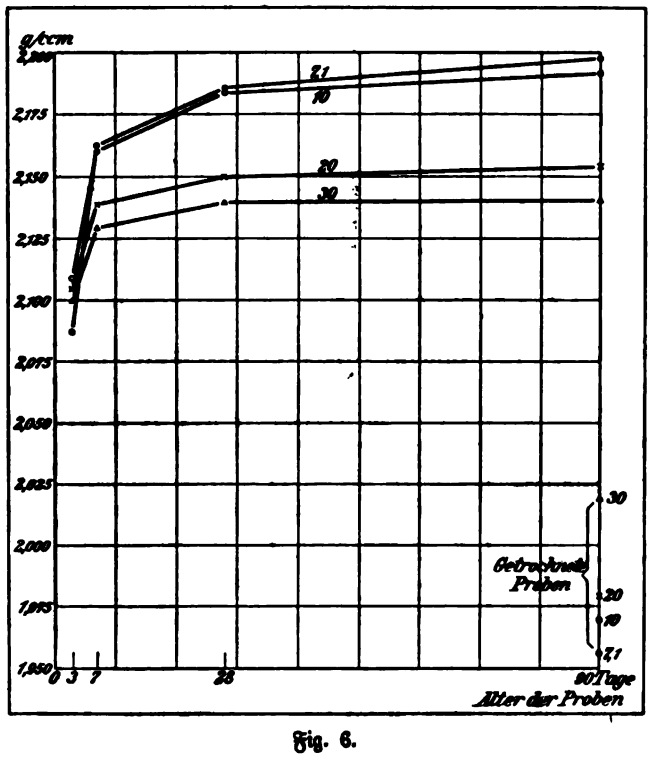


Fig. 6.

[1]) Von der Lagerung an der Luft wurde zunächst abgesehen, weil bekanntlich an der Luft erhärtete Proben — vermutlich infolge ungleichmäßiger Beeinflussung durch die Luft — meist ziemlich von einander abweichende Ergebnisse liefern.

[2]) Die Korngröße des Kiessandes war derart, daß der daraus hergestellte Beton auch unbeanstandet in kleinere Formen eingebracht werden konnte.

Tabelle 22. Physikalische Eigenschaften der Betonbestandteile.

Bestandteil	Gewicht in kg für 1 Liter		Spezifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Undichtigkeitsgrad	Mahlfeinheit bezw. Korngröße									
	eingelaufen	eingerüttelt				Rückstand	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm								
	R_l	R_r	s	$b = \frac{R_r}{s}$	$u = 1 - \frac{R_r}{s}$	%	4	9	20	60	120	324	600	900	5000	–
Zement	1,171	1,821	3,159	0,576	0,424	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,4	0,6	16,0	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,4	0,2	15,4	84,0 —
Kiessand	1,687	1,950	2,597	0,751	0,249	Gesamt auf den Sieben	0,0	7,0	19,0	35,0	49,0	76,0	—	91,0	—	—
						Zwischen je 2 Sieben	0,0	7,0	12,0	16,0	14,0	27,0	15,0	—	9,0	—

Tabelle 23. Raumgewicht der Körper zu Tabelle 25.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Mörtelmischung	1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand			
Würfelgröße	Raumgewicht in g/ccm nach			
	3 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	2,087	2,162	2,186	2,197
„ „ 10 „ „	2,108	2,160	2,184	2,192
„ „ 20 „ „	2,105	2,138	2,150	2,153
„ „ 30 „ „	2,100	2,129	2,140	2,141
Verhältniszahlen; Raumgewichte der 3-Tagsproben = 100.				
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	104	105	105
„ „ 10 „ „	100	102	104	104
„ „ 20 „ „	100	102	102	102
„ „ 30 „ „	100	101	102	102

Tabelle 24. Raumgewicht des Betonmaterials, bestimmt an 90 Tage alten Probekörpern im trockenen Zustande.

Mittelwerte aus je 4 Einzelversuchen.

Würfelgröße (Kantenlänge)	7,1 cm		10 cm		20 cm		30 cm	
	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil
Raumgewicht g/cm	1,943	1,967	2,012	1,944	1,977	1,950	2,019	2,019
	Mittel: 1,955		Mittel: 1,978		Mittel: 1,964		Mittel: 2,019	

Wie aus Tab. 23 und noch deutlicher aus Fig. 6 (Seite 127) ersichtlich ist, haben die Würfel der verschiedenen Größen bei drei Tagen Alter annähernd gleiches r[1]). Bei sieben Tagen Alter, also nach vier Tagen Wasserlagerung, ist r naturgemäß größer (infolge der Wasseraufnahme), als nach drei Tagen, verändert sich aber so, daß die kleinsten Körper scheinbar die dichtesten werden, d. h. es nimmt mit wachsender Körpergröße ab; dies Verhältnis bleibt mit fortschreitendem Alter dasselbe; von 28 Tagen ab tritt, wie der Verlauf der Schaulinien zeigt, eine bemerkenswerte Zunahme des r nicht mehr ein.

[1]) Vergl. Bemerkung [1]) Seite 135.

Die kleinen Würfel nehmen mit fortschreitendem Alter an Gewicht oder Raumgewicht mehr zu als die großen, namentlich in der ersten Zeit der Wasserlagerung, eine Tatsache, die natürlich am deutlichsten bei den kleinsten Würfeln (7,1 cm Kantenlänge) in Erscheinung trat; denn diese Würfel, die bei drei Tagen Alter (wegen schnellerer Wasserabgabe als Folge größerer Körperoberfläche) das geringste r aufwiesen, hatten bei sieben Tagen Alter schon ein größeres r, als die sämtlichen übrigen Würfel. Der Grad der Raumgewichtsveränderung ist aus den Verhältniszahlen in Tab. 23 ersichtlich. Annähernd der Raumgewichtsveränderung entsprechend ist der Verlauf des Festigkeitsfortschrittes, wenigstens im Anfang der Erhärtung. Während bei sieben Tagen die Festigkeiten der verschiedenen Würfelgrößen noch keinen besonders erheblichen Unterschied zeigen[1]), werden mit zunehmendem Alter (im vorliegenden Falle bis zu 90 Tagen) die Unterschiede in den Festigkeiten zwischen den kleinen und den großen Würfeln immer beträchtlicher. Der Grad dieser Festigkeitsunterschiede ist aus den Verhältniszahlen in Tab. 26a ersichtlich.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementmörtel und -beton.
Versuchsreihe 3. Tab. 25.
Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

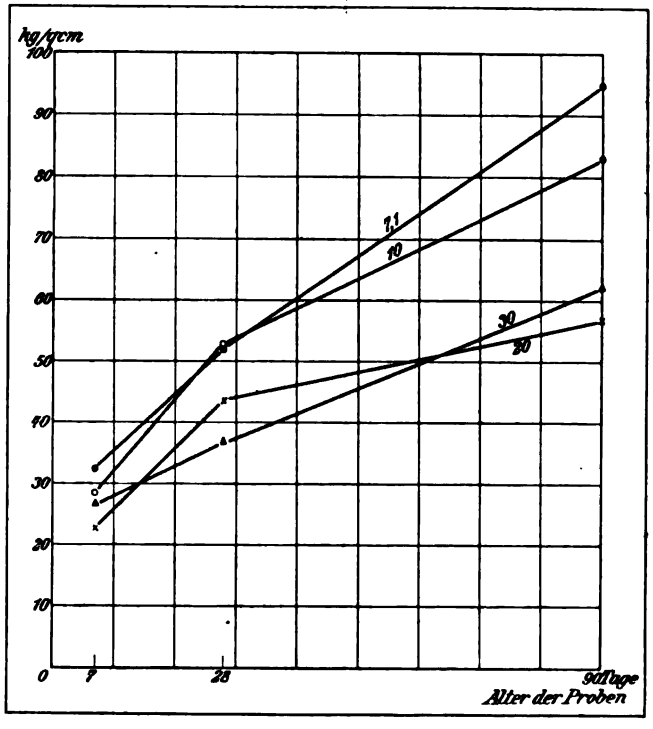


Fig. 7.

Mit wachsendem Alter ändern sich die Beziehungen zwischen r und σ_B. Während nämlich r von 28 Tagen an nicht mehr wesentlich zunimmt, schreitet σ_B von dem genannten Zeitpunkte an noch erheblich fort. So beträgt z. B. die mittlere Festigkeitszunahme der 90 Tage alten Proben noch 59% der 28-Tagsfestigkeit, wie aus Tab. 26, in der die Zunahme der Festigkeiten der 28- und 90-Tagsproben bezogen auf die 7- und 28-Tagsproben verzeichnet sind, hervorgeht. Abweichend von dem Ergebnis der Raumgewichtsbestimmung an den wassergesättigten 90 Tage alten Probekörpern war das Ergebnis der Prüfung von getrocknetem Betonmaterial der verschiedenen Körpergrößen auf r; denn während bei ersteren das r mit zunehmender Würfelgröße abnahm, war das des getrockneten Materials, wenigstens für Würfel 7, 10 und 20 annähernd dasselbe. Das der Würfel 30 war sogar erheblich höher, als das der übrigen Würfel (vergl. Fig. 6). Diese auffallende Erscheinung in Verbindung mit der auch schon bei den vorhergehenden Versuchsreihen festgestellten Tatsache, daß die kleinen Würfel

[1]) Ein gewisser Einfluß der Körpergröße kommt allerdings auch schon bei den 7-Tagsproben zum Ausdruck.

Tabelle 25. Druckfestigkeit von Betonwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Mörtelmischung (Wasserzusatz %)	1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand (11¼ %)			Bemerkungen
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge			Die Würfel wurden durch Einfüllen des mauergerechten Betons in die Form hergestellt, erhärteten 3 Tage an der Luft, die beiden ersten Tage in der Form, und die übrige Zeit unter Wasser; sie wurden unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft.
1	35,9	54,2	93,0	
2	26,3	51,2	93,0	
3	34,9	53,2	93,0	
4	29,2	46,4	96,8	
5	34,9	55,2	96,8	
Mittel	32,2	52,0	94,5	
Versuch Nr.	Würfel von 10 cm Kantenlänge			
1	32,0	54,1	90,9	
2	28,6	50,8	81,2	
3	27,6	51,3	86,0	
4	27,0	52,2	66,7	
5	27,0	54,1	88,1	
Mittel	28,4	52,5	82,6	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge			
1	23,6	49,0	55,2	
2	21,5	43,5	53,5	
3	22,2	42,2	53,5	
4	22,5	38,4	60,7	
5	23,8	44,4	58,9	
Mittel	22,8	43,5	56,4	
Versuch Nr.	Würfel von 30 cm Kantenlänge			
1	25,9	36,9	63,2	
2	27,8	38,8	60,0	
3	25,9	36,9	57,9	
4	27,0	36,6	65,9	
5	25,9	36,2	62,4	
Mittel	26,5	37,1	62,0	

Tabelle 26. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten (Erhärtungsfortschritt).

Druckfestigkeit der 7-Tagsproben = 100.

Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	161 (100)	293 (182)
„ „ 10 „ „	100	185 (100)	291 (157)
„ „ 20 „ „	100	191 (100)	247 (129)
„ „ 30 „ „	100	140 (100)	234 (167)
Mittel	(100)	169 (100)	266 (159)

Tabelle 26a. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten (Einfluß der Würfelgröße).

Druckfestigkeit der 7,1 cm Würfel = 100.

Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	100	100
„ „ 10 „ „	88	101	87
„ „ 20 „ „	71	84	60
„ „ 30 „ „	82	71	66

höhere Festigkeiten liefern, als die großen, weist darauf hin, daß der Festigkeitsunterschied zwischen den kleinen und großen Würfeln in dem verschiedenen Verhältnis zwischen Würfelinhalt und Würfelumfang (Oberfläche) begründet sein kann. Diese Vermutung liegt nahe, weil die nachgewiesene Wasseraufnahme nur durch die Oberfläche von außen her erfolgen kann; der Erhärtungsvorgang erstreckt sich im kleinen Körper innerhalb des gleichen Zeitabschnittes verhältnismäßig auf einen größeren Massenanteil als in einem großen Körper.

In nachstehender Tabelle (26b) sind Inhalt (I) und Oberfläche (F) der geprüften Würfelgrößen zusammengestellt und das Verhältnis von I zu F berechnet.

Tabelle 26b. **Inhalt, Oberfläche und Verhältnis von I : F der vier Würfelgrößen.**

Würfelgröße (Kantenlänge) cm	Inhalt (I) ccm	Oberfläche (F) qcm	$\frac{I}{F}$
7,1 (100)	355 (100)	300 (100)	1 : 0,8
10 (140)	1000 (280)	600 (200)	1 : 0,6
20 (280)	8000 (2250)	2400 (800)	1 : 0,3
30 (420)	27000 (7610)	5400 (1800)	1 : 0,2

In Fig. 8 ist dieses Verhältnis, sowie auch das von F zu I und ferner das Verhältnis der Inhalte und der Oberflächen der verschiedenen Würfel zu einander zeichnerisch dargestellt[1]).

Dieses Verhältnis zwischen Würfeloberfläche und Würfelgröße (Würfelinhalt) weist auch darauf hin, daß die Druckfestigkeit einer Mörtel- oder Betonmischung in Zusammenhang mit der Größe des Probewürfels stehen kann.

Um hierüber Klarheit zu schaffen, wurde zunächst Reihe 4 ausgeführt.

Darstellung des Verhältnisses der Inhalte und der Umfänge von Würfeln verschiedener Größe zueinander, sowie des Verhältnisses von Inhalt zu Umfang und von Umfang zu Inhalt.

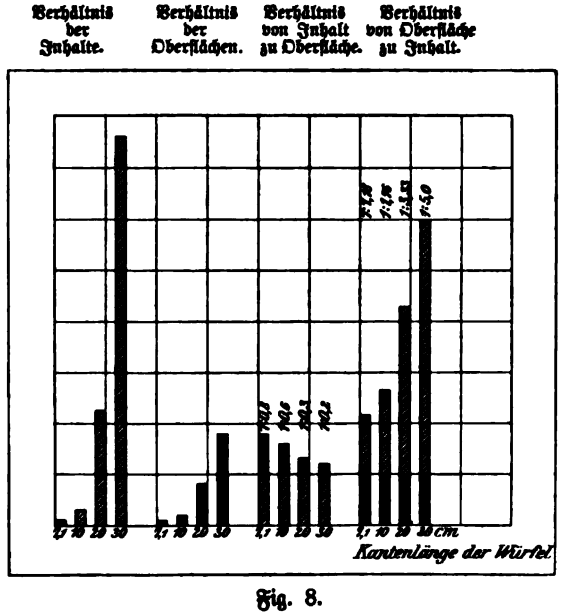


Fig. 8.

[1]) Wie aus der Tab. 26b und der Fig. 8 hervorgeht, ist das Verhältnis von Inhalt zu Oberfläche (Umfang) um so günstiger, je kleiner der Würfel ist; es nimmt mit wachsender Würfelgröße ab; mit anderen Worten: je kleiner der Mörtel- oder Betonwürfel ist, eine im Verhältnis zum Inhalt um so größere Fläche bietet er der Kohlensäureaufnahme, was zu dem Schluß berechtigt, daß die Oberflächenerhärtung (namentlich in der ersten Zeit) bei den kleineren Würfeln am günstigsten ist und infolgedessen deren Festigkeit erhöht wird.

Versuchsreihe 4. (Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit.)

Aus langsam bindendem Portland-Zement und Kiessand (abgesiebt auf dem 4-Maschensieb) wurden Würfel 7, 10, 20 und 30 in der Mischung 1 : 5 (nach Gewichtsteilen) wie bei Reihe 3 hergestellt.

Um den Einfluß der Wärme und der Luftfeuchtigkeit bei der Probenanfertigung, sowie auch den Einfluß der Veränderung des Zementes[1]) durch das Lagern[2]) auf die Eigenschaften der verschiedenen Würfel — Fehlerquellen, die namentlich das Ergebnis der Festigkeitsprüfung beeinflussen können — nach Möglichkeit auszuschließen, wurden die für eine Altersklasse bestimmten Körper am gleichen Tage hergestellt; die Erhärtung der Probekörper geschah wie bei Reihe 3. Die Ergebnisse sind in Tab. 27—30 zusammengefaßt und durch Fig. 9 und 10 veranschaulicht.

Tabelle 27. **Physikalische Eigenschaften der Betonbestandteile.**

Bestandteil	Gewicht in kg für 1 Liter		Spezifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $u = 1 - d$	Mahlfeinheit bezw. Korngröße									
	eingelaufen R_l	eingerüttelt R_r	s			Rückstand %	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm								
							4	9	20	60	120	324	600	900	5000	—
Zement	1,197	1,896	3,162	0,600	0,400	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,2	0,4	16,0	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,2	0,2	15,6	84,0	—
Kiessand	1,687	1,950	2,597	0,751	0,249	Gesamt auf den Sieben	0,0	7,0	19,0	35,0	49,0	76,0	—	91,0	—	—
						Zwischen je 2 Sieben	0,0	7,0	12,0	16,0	14,0	27,0	15,0	—	9,0	—	—

Die Ergebnisse stimmen im wesentlichen mit denen der Reihe 3 überein; nur zeigen sie noch charakteristischer den Einfluß der Würfelgröße auf r und σ_B. Insbesondere die Verhältniszahlen der Tab. 31a beweisen schlagend das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Würfelgröße und σ_B und zeigen, daß ein Zusammenhang zwischen der Würfelgröße und der Erhärtungsfähigkeit von Zementmörtel und -Beton besteht.

---

[1]) An jedem Tage konnte nur eine beschränkte Anzahl von Probekörpern hergestellt werden.

[2]) Der Zement wurde mit der Zeit spezifisch leichter und feiner. Nebenher mit drei Zementen ausgeführte Versuche zur Feststellung des Einflusses der Dauer des Lagerns auf die Gewichtsveränderung des Zementes lieferten folgende Ergebnisse:

Bezeichnung der Zemente	Gewicht von 1 kg Zement in kg				Litergewicht der Zemente im eingerüttelten Zustande in kg			
	bei der Anlieferung	nach 7 Tagen Lagerung an der Luft	nach 28 Tagen Lagerung an der Luft	nach 3 Monaten Lagerung an der Luft	bei der Anlieferung	nach 7 Tagen Lagerung an der Luft	nach 28 Tagen Lagerung an der Luft	nach 3 Monaten Lagerung an der Luft
A	1,000	1,004	1,020	1,033	1,666	1,597	1,567	1,554
B	1,000	1,004	1,019	1,034	1,864	1,785	1,725	1,693
C	1,000	1,005	1,016	1,030	1,794	1,758	1,643	1,621

Vergl. auch: „Über die Einwirkung der Luft und anderer Gase auf Zement." Dr. Tomei, Protokoll der Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten. Jahrg. 1889, S. 72 ff.; ferner Gewichtsbestimmung für den Zement der Versuchsreihe 6.

Tabelle 28. Raumgewicht der Körper zu Tabelle 30.
Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Mörtelmischung	1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand			
Würfelgröße	Raumgewicht in g/ccm nach			
	3 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	2,141	2,211	2,228	2,228
„ „ 10 „ „	2,126	2,177	2,194	2,197
„ „ 20 „ „	2,110	2,136	2,151	2,151
„ „ 30 „ „	2,093	2,117	2,129	2,130
Verhältniszahlen; Raumgewichte der 3-Tagsproben = 100.				
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	103	104	104
„ „ 10 „ „	100	102	103	103
„ „ 20 „ „	100	101	102	102
„ „ 30 „ „	100	101	102	102

Tabelle 29. Raumgewicht des Betonmaterials, bestimmt an 90 Tage alten Probekörpern im trockenen Zustande.
Mittelwerte aus je 4 Einzelversuchen.

Würfelgröße (Kantenlänge)	7,1 cm		10 cm		20 cm		30 cm	
	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil
Raumgewicht g/ccm	1,987	2,000	1,943	1,968	1,931	1,976	1,919	1,971
	Mittel: 1,994		Mittel: 1,956		Mittel: 1,954		Mittel: 1,945	

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementmörtel und -beton.
Versuchsreihe 4. Tab. 28 und 29.
Ergebnisse der Raumgewichtsbestimmung.
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

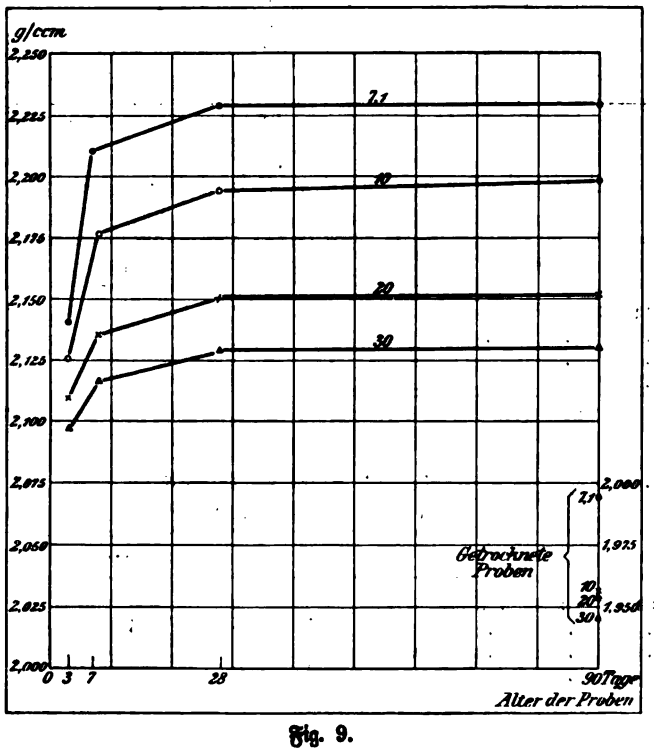


Fig. 9.

Tabelle 30. Druckfestigkeit von Betonwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Mörtelmischung (Wasserzusatz %)	1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand (11¼ %)			Bemerkung
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge			Die Würfel wurden durch Einfüllen des maurergerechten Betons in die Form hergestellt, erhärteten drei Tage an der Luft, die beiden ersten Tage in der Form, und die übrige Zeit unter Wasser; sie wurden unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft.
1	65,8	94,8	116,2	
2	65,8	99,6	128,6	
3	80,2	104,4	122,9	
4	61,0	99,6	131,5	
5	61,0	94,8	123,8	
Mittel	66,8	98,6	124,6	
Versuch Nr.	Würfel von 10 cm Kantenlänge			
1	61,9	86,0	98,1	
2	66,7	88,4	106,9	
3	69,1	81,2	105,4	
4	59,5	88,8	105,4	
5	66,7	86,0	110,2	
Mittel	64,8	85,0	105,2	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge			
1	46,3	67,4	90,9	
2	45,7	63,8	95,2	
3	48,1	65,0	92,8	
4	46,3	67,4	101,2	
5	46,9	69,8	97,0	
Mittel	46,6	66,7	95,4	
Versuch Nr.	Würfel von 30 cm Kantenlänge			
1	40,7	63,2	82,0	
2	40,7	63,2	82,0	
3	42,8	63,8	80,0	
4	39,6	64,3	80,0	
5	43,4	61,1	82,0	
Mittel	41,4	63,1	81,2	

Tabelle 31. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten (Erhärtungsfortschritt).

Druckfestigkeit der 7-Tagsproben = 100.

Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	148 (100)	187 (126)
„ „ 10 „ „	100	131 (100)	162 (124)
„ „ 20 „ „	100	143 (100)	205 (143)
„ „ 30 „ „	100	152 (100)	196 (129)
Mittel	(100)	144 (100)	188 (131)

Tabelle 31a. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten (Einfluß der Würfelgröße).

Druckfestigkeit der 7,1 cm Würfel = 100.

Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	100	100
„ „ 10 „ „	97	86	84
„ „ 20 „ „	70	68	77
„ „ 30 „ „	62	64	65

Auch bei dieser Versuchsreihe nahm mit wachsender Würfelgröße r ab; die Unterschiede zwischen dem r der kleinen und großen Körper nahm, wenigstens bis zu 28 Tagen, ständig zu.

Bei oberflächlicher Betrachtung der Ergebnisse von Reihe 3 und 4 gewann es den Anschein, als ob der Rückgang der Druckfestigkeit mit zunehmender Körpergröße in ursächlichem Zusammenhange mit den Raumgewichten stünde (namentlich die Ergebnisse der Versuchsreihe 4 und der Verlauf der sie darstellenden Schaulinien scheinen hierfür zu sprechen). Aber von einem gewissen Zeitpunkte an (von 28 Tagen ab) nahm r kaum noch zu, während σ_B mit wachsendem Alter stetig und erheblich fortschritt.

Ferner ergab aber auch die Versuchsreihe 3, daß die kleinen Körper selbst dann höhere Festigkeit als die größeren hatten, wenn ihr r (scheinbar) geringer war, als das der großen (bei drei Tagen gemessen)[1]). Eine weitere Versuchsreihe sollte daher zur weiteren Klarstellung und gleichzeitig zur genaueren Ermittelung des Zusammenhanges zwischen r (auch im trockenen Zustande) und σ_B dienen.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementmörtel und -beton.
Versuchsreihe 4. Tab. 30.
Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

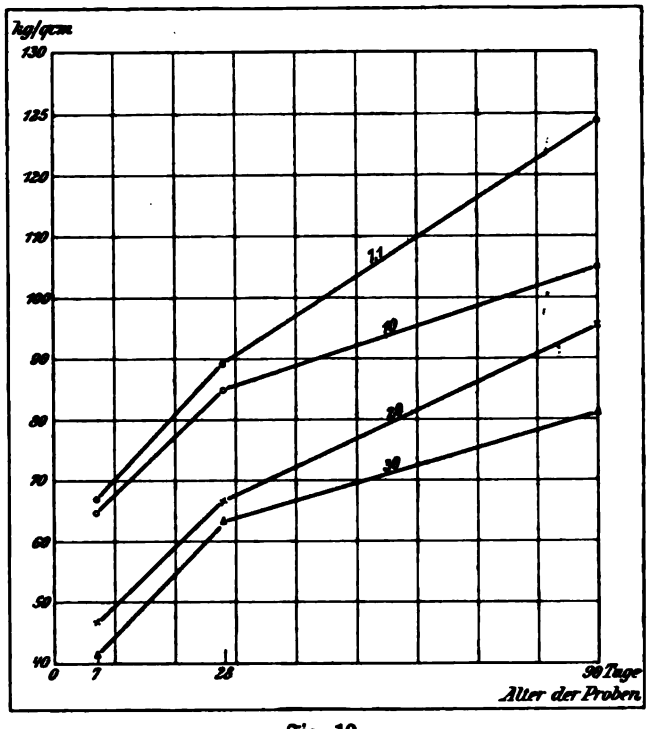


Fig. 10.

Versuchsreihe 5. (Einfluß der Würfelgröße auf die Festigkeit.)

Diese Reihe erstreckte sich ebenfalls auf die Betonmischung 1 + 5 nach Gewichtsteilen, zu deren Herstellung langsambindender Portlandzement und mittelkörniger Kiessand (von einer großen Berliner Baufirma bezogen und auf dem 4-Maschensieb abgesiebt) benutzt wurde. Bei Herstellung der Probekörper für die Festigkeitsversuche, die sich ebenfalls wie bei Reihe 4 auf mauergerecht angemachten Beton erstreckten, wurden die gleichen Vorsichtsmaßregeln getroffen, wie bei Reihe 3. Um ferner den Einfluß etwaiger Verschiedenheit in der Mischarbeit bei dem von Hand erfolgenden Anmachen des Betons auf die Würfel verschiedener Größe auszuschließen, wurde noch die Vorsicht benutzt, jedesmal aus der gleichen soeben bereiteten Betonmenge je einen Würfel der verschiedenen Körpergattung herzustellen.

Trotz dieser Maßregel fielen, soweit man aus der Gewichtsbestimmung an drei Tage alten Proben Schlüsse ziehen darf, ebenso wie bei den vorangegangenen Reihen die Raumgewichte

[1]) Die Tatsache, daß die kleinen Würfel bei der Wägung bei drei Tagen Alter fast gleiches oder manchmal geringeres Raumgewicht aufwiesen, als die größeren, hat sich durch die Ergebnisse der Versuchsreihe 7 aufgeklärt.

der verschiedenen Körpergrößen (zuerst bei drei Tagen Alter bestimmt) verschieden aus und zwar die der Würfel 10 und 20 höher, das der Würfel 30 niedriger, als das der Würfel 7.

Um den Verlauf der Raumgewichtsveränderung der Würfel verschiedener Größe mit fortschreitendem Alter genau verfolgen zu können, wurden, was besonders hervorgehoben sein möge, bei dieser wie auch bei den vorhergehenden Reihen für die Wiegeprobe bei jeder Altersklasse immer die gleichen Würfel, benutzt, und zwar die für die letzte Altersstufe bestimmten.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementbeton.
Versuchsreihe 5. Tab. 34.
Ergebnisse der Raumgewichtsbestimmung.
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

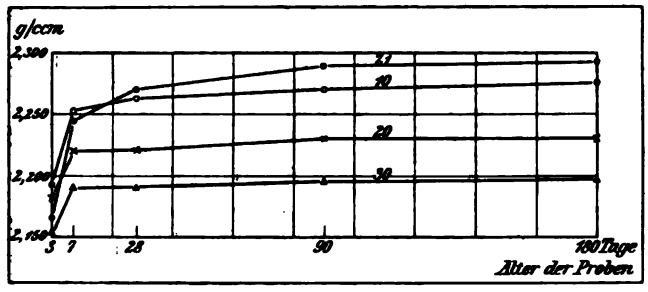


Fig. 11.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementbeton.
Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

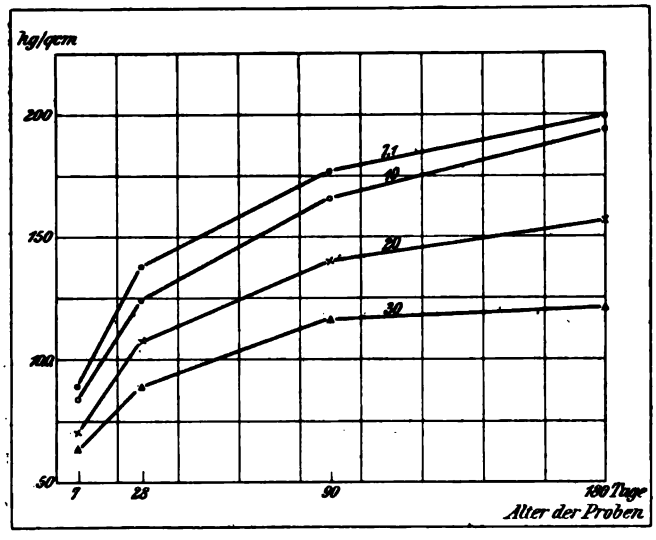


Fig. 12.

Die Versuchsergebnisse sind in Tab. 32—37, sowie in Fig. 11 und 12 zusammengestellt.

Die Ergebnisse der Raumgewichtsbestimmung und der Festigkeitsversuche bestätigen vollständig die Ergebnisse der Reihe 3 und 4, was auch in dem Verlauf der Schaulinien in Fig. 11 und 12 zum Ausdruck kommt. Trotzdem die Würfel 7 nach dem Befund der Raumgewichtsbestimmung bei drei Tagen weniger dicht[1]) waren, als die Würfel 10 und 20, haben sie doch, ebenso wie bei Reihe 3, bei allen Altersklassen günstigere Festigkeitswerte geliefert, als die letzteren. Aus den Festigkeitswerten, dem Verlauf der Schaulinien in Fig. 12 und namentlich den Verhältniszahlen in Tab. 37 ist das gesetzmäßige Abnehmen der σ_B mit wachsender Würfelgröße deutlich ersichtlich. Die Festigkeitsunterschiede werden innerhalb der Grenzen des Versuches mit fortscheitendem Alter immer größer, d. h. die kleinen Würfel nehmen mehr an σ_B zu, als die großen. Während z. B. der Unterschied in den Festigkeiten der Würfel 7 und 30 bei 7 Tagen Alter nur 25,3 kg/qcm beträgt, beläuft er sich bei 90 Tagen schon auf 60 und bei 180 Tagen auf 78 kg/qcm. Das Verhältnis der Festigkeiten zwischen großen und kleinen Körpern bleibt bis zum Alter von 180 Tagen annähernd das gleiche (Tab. 37).

[1]) Vergl. Bemerkung [1]) Seite 135.

Tabelle 32. Physikalische Eigenschaften der Betonbestandteile.

Bestandteil	Gewicht in kg für 1 Liter eingelaufen R_f	Gewicht in kg für 1 Liter eingerüttelt R_r	Spezifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $n = 1 - d$	Glühverlust %	Mahlfeinheit bezw. Korngröße: Rückstand %	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 1	4	9	20	60	120	324	600	900	5000
Zement[1]	1,196	1,950	3,145	0,620	0,380	2,35	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,2	12,0
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,2	11,8	88,0
Kiessand[2]	1,687	1,940	2,611	0,740	0,260	2,11	Gesamt auf den Sieben	0,0	10,0	13,0	17,0	31,0	49,0	70,0	—	86,0	—
							Zwischen je 2 Sieben	0,0	10,0	3,0	4,0	14,0	18,0	21,0	16,0	—	14,0	—

Analyse des Zementes.

Glühverlust	2,35 %
Kieselsäure	22,30 „
Eisenoxyd und Tonerde	11,75 „
Ätzkalk	58,75 „
Schwefelsaurer Kalk	2,92 „
Magnesia	0,70 „
Rest (Alkalien ꝛc.)	1,23 „

Tabelle 33. Normenfestigkeit des Zementes.

Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen	Zugproben	2,332	g/ccm
	Druckproben	2,248	„
Zugfestigkeit im Mittel aus 10 Versuchen		26,5	kg/qcm
Druckfestigkeit „ „ „ 10 „		219,3	„

Tabelle 34. Raumgewicht der Körper zu Tabelle 34.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

Betonmischung	1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand				
Würfelgröße	Raumgewicht in g/ccm nach				
	3 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen	180 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	2,166	2,245	2,270	2,290	2,293
„ „ 10 „ „	2,192	2,252	2,262	2,271	2,276
„ „ 20 „ „	2,183	2,220	2,221	2,230	2,230
„ „ 30 „ „	2,154	2,190	2,190	2,195	2,198
Verhältniszahlen; Raumgewichte der 3-Tagsproben = 1000					
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	1000	1035	1046	1056	1058
„ „ 10 „ „	1000	1028	1031	1035	1038
„ „ 20 „ „	1000	1017	1018	1022	1022
„ „ 30 „ „	1000	1015	1016	1019	1020

[1]) Der Zement band, mit 25,10 % Wasser angemacht, in 7 Stunden ab, bei einem Erhärtungsanfang von 3 Stunden. Die Wärmeerhöhung betrug: 2,0 C°.

[2]) Der Gehalt des Kieses an abschlämmbaren Bestandteilen betrug 1,6 %.

Tabelle 35. Raumgewicht des Betonmaterials im trockenen Zustande.

Mittelwerte aus je 4 Einzelversuchen.

Alter	3 Tage		7 Tage		28 Tage		90 Tage		180 Tage	
Würfelgröße	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil	unterer Teil	oberer Teil
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	2,063	2,102	2,003	2,083	2,035	2,073	2,062	2,083	2,052	2,056
	Mittel: 2,083		2,043		2,054		2,073		2,054	
Würfel von 10 cm Kantenlänge	2,054	2,065	2,008	2,053	2,055	2,071	2,060	2,062	2,083	2,107
	Mittel: 2,060		2,031		2,063		2,061		2,095	
Würfel von 20 cm Kantenlänge	2,036	2,038	2,044	2,051	1,998	2,004	2,032	2,040	2,053	2,072
	Mittel: 2,037		2,048		1,999		2,036		2,063	
Würfel von 30 cm Kantenlänge	1,946	2,004	1,995	2,025	1,991	2,006	2,021	2,031	2,044	2,066
	Mittel: 1,975		2,010		1,989		2,026		2,055	

Tabelle 36. Druckfestigkeit von Betonwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Betonmischung (Wasserzusatz %)	1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand (8,5 %)				Bemerkung
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	180 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge				Die Würfel wurden durch Einfüllen des mauergerechten Betons in die Form hergestellt, erhärteten drei Tage an der Luft, die beiden ersten Tage in der Form, und die übrige Zeit unter Wasser; sie wurden unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft.
1	99,6	149	181	210	
2	80,2	151	189	191	
3	97,7	128	167	181	
4	75,4	133	162	210	
5	90,0	123	181	200	
Mittel	88,6	138	177	199	
Versuch Nr.	Würfel von 10 cm Kantenlänge				
1	90,9	129	163	185	
2	78,8	124	177	187	
3	86,0	127	168	185	
4	80,3	127	148	194	
5	83,6	112	173	214	
Mittel	83,9	124	166	193	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge				
1	75,9	108	141	155	
2	68,6	103	138	149	
3	76,5	119	141	164	
4	69,8	104	138	154	
5	66,2	102	143	160	
Mittel	71,4	108	140	157	
Versuch Nr.	Würfel von 30 cm Kantenlänge				
1	63,8	92	116	120	
2	64,6	91	115	119	
3	61,6	99	120	119	
4	63,2	90	117	120	
5	63,2	76	112	124	
Mittel	63,3	90	117	121	

Tabelle 37. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten.

Druckfestigkeit der 7,1 cm Würfel = 100.

Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	180 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	100	100	100
„ „ 10 „ „	95	90	94	97
„ „ 20 „ „	81	78	79	79
„ „ 30 „ „	71	65	66	61

Die Prüfung des erhärteten Betonmaterials bei verschiedenen Altersstufen auf r im trockenen Zustande erstreckte sich auf Proben, die sowohl dem unteren (zuerst eingefüllten), als auch dem oberen Teil der Würfel entnommen waren, da vermutet wurde, daß sich das Material beim Einfüllen in den verschiedenen Höhen des Körpers verschieden dicht lagern würde. Die Versuchsergebnisse haben die Richtigkeit dieser Annahme ergeben; denn das r der Proben aus der untersten Schicht ist, wie aus den Zahlen in der Tab. 35 und dem Verlauf der Schaulinien in Fig. 11a ersichtlich ist, tatsächlich geringer als das der aus der obersten Körperlage entnommenen Stücke.

Raumgewicht des Betonmaterials im trockenen Zustande.

Versuchsreihe 5. Tab. 35.

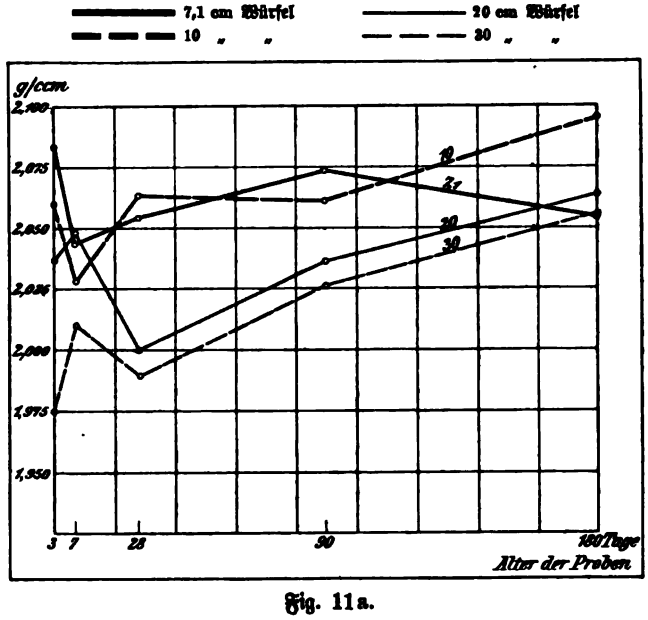


Fig. 11a.

Aus den gefundenen Werten läßt sich indeß ein bestimmter Zusammenhang zwischen r und Körpergröße nicht erkennen. Zwar scheint es, wenn man nur die Ergebnisse bis zu 90 Tagen in Betracht zieht (und zwar die Mittelwerte gebildet aus den Durchschnitts-Ergebnissen für die Proben des oberen und unteren Teils der Körper) und von einigen Abweichungen absieht, als ob tatsächlich das r des Betons mit zunehmender Körpergröße abnimmt. Bei 190 Tagen ist aber ein wesentlicher Unterschied im r der Proben nicht mehr zu erkennen[1]).

Über die Gewichts- und Raumgewichtsveränderung der Körper vom Augenblicke der Fertigstellung an, sowie während der anfänglichen Luftlagerung und der darauffolgenden Wasserlagerung sollte eine besondere Versuchsreihe Aufschluß geben (Reihe 7; siehe später).

[1]) Die Wasseraufnahme muß, wie oben schon angedeutet, durch die Oberfläche stattfinden. Deswegen ist ihr Verlauf an die Zeit und an die Körpergröße gebunden. Die Erhärtung (Wasserbindung und chemische Umlagerungen) ist an die Zeit, an die Wasseraufnahme und an Vorgänge gebunden, die ebenfalls von außen durch die Körperoberfläche eingeleitet werden. Deswegen ist das Wachstum an r und σ_B von der Körpergröße abhängig.

Um diese Vorgänge zu kennzeichnen, sollen große Würfel aus je 64 oder 125 frisch hergestellten kleinen Würfeln zusammengesetzt und deren Fugen an der Oberfläche gedichtet werden. Diese aus $8 \times 8 \times 8$, $5 \times 5 \times 5$ und $7 \times 7 \times 7$ cm Körpern gebildeten Würfel sollen nach bestimmtem Alter zerlegt und jeder Teil für sich auf r und σ_B geprüft werden. A. Martens.

Versuchsreihe 6. (Einfluß der Schlammbildung auf Raumgewicht und Festigkeit.)

Einem Umstande war bei sämtlichen vorbeschriebenen Versuchsreihen nicht Rechnung getragen worden, nämlich der bei Herstellung (Einstampfen oder Einfüllen) der Proben und auch noch während der ersten Zeit nach erfolgter Probenanfertigung eintretenden Schlamm- bezw. Wasserabsonderung durch die mehr oder weniger undichten Fugen der eisernen Formen, einem Umstande, der bei den erdfeucht eingeschlagenen Proben vielleicht von geringer Bedeutung sein mochte, bei dem aus wasserreicherem Beton durch Einfüllen hergestellten Körpern jedoch möglicherweise sehr ins Gewicht fallen und auf die Dichte und das spätere Verhalten der Betonprobekörper von Einfluß sein konnte. Von vornherein hatte keine Veranlassung vorgelegen, auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen. Es war indes nicht ausgeschlossen, daß durch diese mehr oder weniger starke Schlamm- (Wasser-) Absonderung das verschiedene Verhalten der verschieden großen Körper beeinflußt war. Um daher den Einfluß dieser Schlammabsonderung festzustellen, wurden weitere Versuche zur Ausführung gebracht, die sich auf Probekörper erstreckten, die

a) in unabgedichteten Formen (wie üblich),
b) in wasserdicht abgedichteten Formen

hergestellt waren, und zwar, um gleichzeitig den Einfluß des Herstellungsverfahrens, soweit dieses durch den Wasserzusatz bedingt ist, auf die Festigkeit verschieden großer Körper festzustellen, sowohl aus mauergerecht als auch aus erdfeucht angemachtem Beton. Die Körper für diese Reihe wurden aus der Betonmischung 1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand mauergerecht mit 11,0 % Wasser und erdfeucht mit 7,5 % Wasser hergestellt. Die Hälfte der Probekörper jeder der vier Würfelgrößen wurde in unabgedichteten, in der üblichen Weise zusammengesetzten Formen, die andere Hälfte in mit Mennige gut abgedichteten Formen angefertigt. Die Ergebnisse sind in den Tab. 38, 39, 40, 40a, 41, 42, 42a, 43 und 43a zusammengefaßt und in Fig. 13 und 14 zeichnerisch dargestellt.

Tabelle 38. **Physikalische Eigenschaften der Betonbestandteile.**

Bestandteil	Gewicht in kg für 1 Liter		Spezifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Undichtigkeitsgrad	Glühverlust	Mahlfeinheit bezw. Korngröße										
	eingelaufen	eingerüttelt					Rückstand	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm									
	R_l	R_r	s	$b = \frac{R_r}{s}$	$u = 1 - b$	%	%	1	4	9	20	60	120	324	600	900	5000
Zement[1]	1,206 1,188[2]	1,967 2,017[2]	[3] 3,200	0,615	0,385	2,70	Gesamt auf den Sieben	—	—	—	—	—	—	0,0	0,2	0,4	14,0
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	—	0,0	0,2	0,2	13,6	86,0
Kiessand[4]	1,666	1,952	2,643	0,739	0,261	[5] 4,53	Gesamt auf den Sieben	0,0	4,0	6,0	13,0	43,0	65,0	81,0	—	91,0	—	
							Zwischen je 2 Sieben	0,0	4,0	2,0	7,0	30,0	22,0	16,0	10,0	—	9,0	—

[1]) Der Zement band, mit 27 % Wasser angemacht, in 7 Stunden ab bei einem Erhärtungsanfang von 3 Stunden. Die Wärmeerhöhung betrug 3,0 C°.

[2]) Sieben Tage nach der ersten Gewichtsbestimmung ermittelt.

[3]) Das spezifische Gewicht im Anlieferungszustande betrug 3,085.

[4]) Der Kies war auf dem 4-Maschensieb abgesiebt; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen betrug 1,79 %.

[5]) Der Kies enthielt kohlensauren Kalk.

Tabelle 39. Normenfestigkeit des Zementes.

Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen	Zugproben	2,332 g/ccm
	Druckproben	2,242 „
Zugfestigkeit im Mittel aus 10 Versuchen		27,7 kg/qcm
Druckfestigkeit „ „ „ 10 „		205,2 „

Tabelle 40. Gewicht und Raumgewicht der Körper zu den Tabellen 42 und 43.

Mittelwerte aus je 5 Einzelversuchen.

In unabgedichteten Formen (wie üblich) hergestellt.

Mischung	1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand							
Würfelgröße (Kantenlänge)	Gewicht in kg nach				Raumgewicht in g/ccm nach			
	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
	Mauergerecht eingefüllt.							
7,1 cm	0,797	0,812	0,814	0,817	2,245	2,287	2,293	2,301
10,0 „	2,239	2,272	2,280	2,284	2,239	2,272	2,280	2,284
20,0 „	17,60	17,83	17,88	17,91	2,200	2,229	2,235	2,239
30,0 „	59,38	59,99	60,13	60,14	2,199	2,222	2,227	2,227
	Erdfeucht eingeschlagen.							
7,1 cm	0,854	0,866	0,868	0,871	2,406	2,439	2,445	2,454
10,0 „	2,378	2,408	2,417	2,428	2,378	2,408	2,417	2,428
20,0 „	18,63	18,83	18,87	18,88	2,329	2,354	2,359	2,360
30,0 „	62,30	62,97	63,08	63,12	2,307	2,332	2,336	2,338

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung, bezw. Festigkeit von Zementbeton.
Versuchsreihe 6. Tab. 40, 40a, 41 und 41a.

Ergebnisse der Raumgewichtsbestimmung.

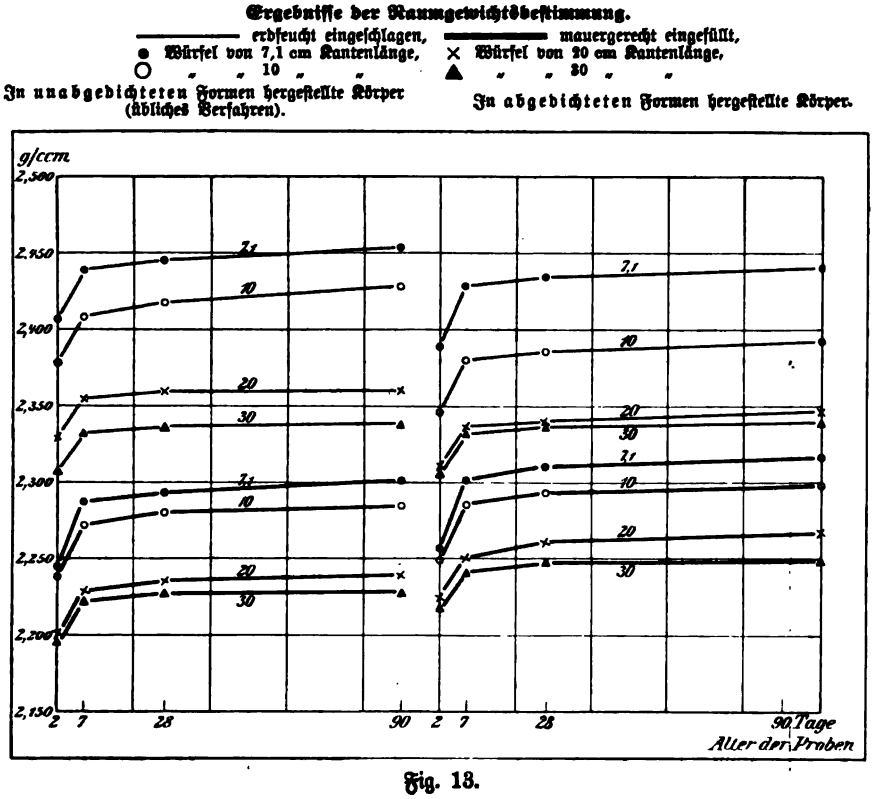


Fig. 13.

Tabelle 40a.

Verhältniszahlen; Gewichte und Raumgewichte der 2-Tagsproben = 1000.

Mischung	1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand							
Würfelgröße (Kantenlänge)	Gewicht in kg nach				Raumgewicht in g/ccm nach			
	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
	Mauergerecht eingefüllt.							
7,1 cm	1000	1018	1021	1025	1000	1018	1021	1025
10,0 „	1000	15	18	20	1000	15	18	20
20,0 „	1000	13	16	18	1000	13	16	18
30,0 „	1000	10	13	13	1000	10	13	13
	Erdfeucht eingeschlagen.							
7,1 cm	1000	1014	1016	1020	1000	1014	1016	1020
10,0 „	1000	13	16	21	1000	13	16	21
20,0 „	1000	11	13	14	1000	11	13	14
30,0 „	1000	11	13	13	1000	11	13	13

Tabelle 41.

In abgedichteten Formen hergestellt.

Mischung	1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand							
Würfelgröße (Kantenlänge)	Gewicht in kg nach				Raumgewicht in g/ccm nach			
	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
	Mauergerecht eingefüllt.							
7,1 cm	0,801	0,817	0,820	0,822	2,256	2,301	2,310	2,315
10,0 „	2,249	2,285	2,292	2,297	2,249	2,285	2,292	2,297
20,0 „	17,79	18,01	18,08	18,11	2,224	2,251	2,260	2,264
30,0 „	59,88	60,49	60,65	60,67	2,218	2,240	2,246	2,247
	Erdfeucht eingeschlagen.							
7,1 cm	0,848	0,862	0,864	0,866	2,389	2,428	2,434	2,439
10,0 „	2,346	2,380	2,385	2,391	2,346	2,380	2,385	2,391
20,0 „	18,48	18,69	18,71	18,75	2,310	2,336	2,339	2,344
30,0 „	62,25	62,95	63,08	63,09	2,306	2,331	2,336	2,337

Tabelle 41a.

Verhältniszahlen; Gewichte und Raumgewichte der 2-Tagsproben = 1000.

Mischung	1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand							
Würfelgröße (Kantenlänge)	Gewicht in kg nach				Raumgewicht in g/ccm nach			
	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen	2 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
	Mauergerecht eingefüllt.							
7,1 cm	1000	1020	1024	1026	1000	1020	1024	1026
10,0 „	1000	16	19	21	1000	16	19	21
20,0 „	1000	12	16	18	1000	12	16	18
30,0 „	1000	10	13	13	1000	10	13	13
	Erdfeucht eingeschlagen.							
7,1 cm	1000	1019	1019	1021	1000	1019	1019	1021
10,0 „	1000	14	17	19	1000	14	17	19
20,0 „	1000	11	12	15	1000	11	12	15
30,0 „	1000	11	13	13	1000	11	13	13

Tabelle 42. Druckfestigkeit von Betonwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

In unabgedichteten Formen hergestellt.

Betonmischung	1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand								Bemerkung
Art der Probenanfertigung (Wasserzusatz %)	mauergerecht eingefüllt (11,0 %)				erdfeucht eingeschlagen (7,5 %)				
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	180 Tage	7 Tage	28 Tage	90 Tage	180 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge								Der mauergerecht angemachte Beton wurde in die Form eingefüllt, der erdfeucht angemachte schichtenweise in die Form eingestampft. Die Würfel erhärteten zwei Tage an der Luft, davon den ersten Tag in der Form, und die übrige Zeit unter Wasser; sie wurden unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft.
1	94,8	154	201	214	191	228	331	338	
2	99,6	153	196	191	191	236	341	335	
3	90,0	133	191	213	210	253	341	352	
4	75,4	133	201	188	191	263	365	348	
5	85,2	119	205	208	181	268	323	347	
Mittel	89,0	139	199	202	198	250	341	344	
Versuch Nr.	Würfel von 10 cm Kantenlänge								
1	86,0	134	177	177	163	230	293	325	
2	86,0	124	173	198	163	209	291	305	
3	81,2	127	170	199	182	206	296	325	
4	81,2	126	177	207	177	226	298	320	
5	76,4	124	168	200	158	235	284	340	
Mittel	82,2	127	173	197	169	222	293	328	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge								
1	73,4	107	138	173	123	179	222	270	
2	68,6	103	141	165	129	176	223	268	
3	62,6	108	144	178	130	166	224	256	
4	66,2	112	142	175	130	174	215	267	
5	65,0	104	147	162	126	180	213	256	
Mittel	67,2	107	148	171	128	176	220	264	
Versuch Nr.	Würfel von 30 cm Kantenlänge								
1	58,9	95	129	165	91	136	165	—	
2	62,2	93	141	165	93	132	165	—	
3	61,6	84	135	167	88	132	158	—	
4	61,1	88	127	175	Zu wenig Probematerial	desgl.	desgl.	—	
5	61,6	91	124	171				—	
Mittel	60,1	91	132	169	91	134	168	—	

Tabelle 42a. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten.

Druckfestigkeit der 7,1 cm Würfel = 100.

Art der Probenanfertigung	mauergerecht eingefüllt			erdfeucht eingeschlagen		
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	7 Tage	28 Tage	90 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	100	100	100	100	100
„ „ 10 „ „	92	92	87	87	89	86
„ „ 20 „ „	76	77	71	66	70	65
„ „ 30 „ „	68	61	66	47	53	48

Tabelle 43. Druckfestigkeit von Betonwürfeln verschiedener Größe.

Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

In abgedichteten Formen hergestellt.

Betonmischung	1 Gewtl. Zement + 4 Gewtl. Kiessand						Bemerkung
Art der Probenanfertigung (Wasserzusatz %)	mauergerecht eingefüllt (11,0 %)			erdfeucht eingeschlagen (7,5 %)			
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	7 Tage	28 Tage	90 Tage	
Versuch Nr.	Würfel von 7,1 cm Kantenlänge						Für diese Versuchsreihe waren die zur Herstellung der Würfel bestimmten Formen mit Mennige nach Möglichkeit abgedichtet worden, um das Abfließen des beim Einfüllen bezw. Einstampfen des Betons sich abscheidenden Wassers bezw. Schlammes zu verhindern. Herstellung und Behandlung der Körper wie bei der vorhergehenden Versuchsreihe.
1	70,6	122	205	152	239	326	
2	77,4	112	191	153	225	331	
3	77,4	116	191	152	215	326	
4	74,5	116	181	153	220	321	
5	83,1	122	167	153	234	321	
Mittel	**76,6**	**118**	**188**	**153**	**227**	**326**	
Versuch Nr.	Würfel von 10 cm Kantenlänge						
1	76,4	117	189	139	216	252	
2	78,8	117	199	129	221	279	
3	73,8	115	187	144	218	250	
4	78,8	117	170	144	226	250	
5	73,9	119	170	139	226	226	
Mittel	**76,3**	**117**	**184**	**138**	**222**	**252**	
Versuch Nr.	Würfel von 20 cm Kantenlänge						
1	60,2	98	165	108	161	206	
2	62,6	99	159	112	151	202	
3	60,2	96	164	108	166	196	
4	57,7	97	145	106	164	205	
5	58,2	97	132	108	156	190	
Mittel	**59,7**	**98**	**153**	**109**	**160**	**200**	
Versuch Nr.	Würfel von 30 cm Kantenlänge						
1	55,2	87	140	89	122	161	
2	54,6	84	142	88	128	164	
3	54,6	92	129	88	124	166	
4	54,6	91	136	87	127	158	
5	53,0	94	133	83	122	158	
Mittel	**54,4**	**90**	**137**	**87**	**125**	**162**	

Tabelle 43a. Verhältniszahlen der Druckfestigkeiten.

Druckfestigkeit der 7,1 cm Würfel = 100.

Art der Probenanfertigung	mauergerecht eingefüllt			erdfeucht eingeschlagen		
Alter der Proben	7 Tage	28 Tage	90 Tage	7 Tage	28 Tage	90 Tage
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge	100	100	100	100	100	100
„ „ 10 „ „	100	99	98	91	98	77
„ „ 20 „ „	78	83	82	71	70	61
„ „ 30 „ „	71	76	73	57	55	50

Die verschiedene Herstellungsweise hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Körper der verschiedenen Größen ausgeübt. Allerdings haben die in unabgedichteten Formen hergestellten Körper etwas höhere Festigkeiten geliefert, als die in abgedichteten Formen hergestellten, indes ist dies Ergebnis leicht aus dem Umstande zu erklären, daß bei unabgedichteten Formen Wasserabsonderung eintritt, während sich diese in abgedichteten Formen nicht vollziehen kann.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementbeton.

Versuchsreihe 6. Tab. 42 und 43.

Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.

——— erdfeucht eingeschlagen, ▬▬▬ mauergerecht eingefüllt,
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

In unabgedichteten Formen hergestellte Körper. In abgedichteten Formen hergestellte Körper.

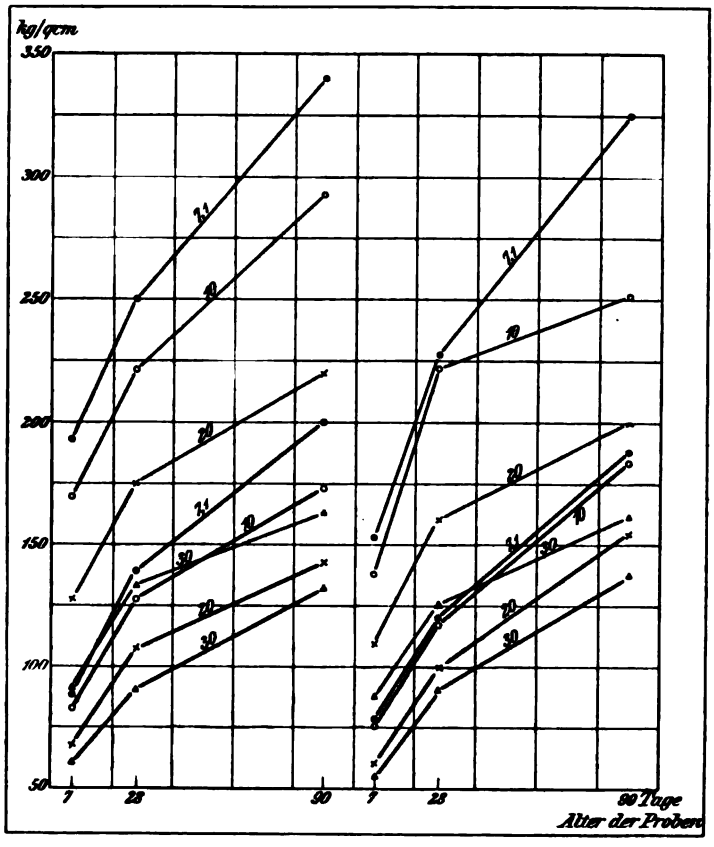


Fig. 14.

Was aber den Ausfall der Versuche dieser Reihe namentlich für die Praxis bemerkenswert macht, ist die Tatsache, daß sich der Einfluß der Körpergröße bei den erdfeucht eingeschlagenen Körpern in weit höherem Maße bemerkbar macht, als bei Körpern aus mauergerecht angemachtem Beton.

Erstere Art der Herstellung ist bekanntlich für Versuchszwecke die meist gebräuchliche.

Der Grad der Festigkeitsveränderung mit wachsender Würfelgröße ist aus den Festigkeitsergebnissen und namentlich aus dem Verlauf der Schaulinien (Fig. 14) und den Verhältniszahlen (Tab. 42a und 43a) deutlich ersichtlich.

Die Ergebnisse dieser wie auch der übrigen fünf vorangehenden Versuchsreihen beweisen schlagend,

> daß tatsächlich ein Zusammenhang zwischen Würfelgröße und Festigkeit besteht, und zwar in dem Sinne, daß innerhalb der zur Anwendung gekommenen Altersklassen die Festigkeit jeder Mörtel- und Betonmischung mit wachsender Körpergröße abnahm und daß dieser Festigkeitsunterschied auch bis zum Alter von 180 Tagen bestehen blieb.

In welchem Maße diese Erfahrung für sehr hohes Alter zutrifft, kann nur durch sehr lang ausgedehnte Versuche erwiesen werden[1]).

Aus den Ergebnissen läßt sich weiter folgern, daß die σ_B von Mörtel mit der σ_B der daraus hergestellten Betons nur vergleichbar ist, wenn sie an gleich großen Körpern (Würfeln) ermittelt wurden. Der Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeiten, die an verschieden großen Würfeln ermittelt sind, ist, selbst wenn die Körper sonst unter gleichen Bedingungen hergestellt und erhärtet sind, nach den gefundenen Ergebnissen nicht statthaft[2]).

Für die Praxis sind die Versuche mit Betonmassen noch deswegen von Wichtigkeit, weil durch sie die Notwendigkeit erhärtet wird,

> die Größe der für Festigkeitsversuche herzustellenden Würfel in jedem einzelnen Falle möglichst denjenigen Abmessungen anzupassen, die das Betonmauerwerk in den praktischen Verhältnissen tatsächlich hat oder erhalten soll; wenigstens sollte man, um sich Enttäuschungen zu ersparen, nicht zu kleine Würfel für die Prüfung benutzen[3]). —

Wie oben bereits hervorgehoben, wäre es wünschenswert gewesen, die Versuche auf größere Körper auszudehnen, um diejenige Grenze zu finden, bei welcher der Einfluß der Würfelgröße verschwindend klein wird; denn daß diese Grenze mit Würfeln von 30 cm Kantenlänge nicht erreicht ist, beweist der Verlauf der Schaulinien in Fig. 15 u. 15a, in denen die Mittelwerte für σ_B der Versuchsreihen 3—6 als Ordinaten und die Würfelgrößen als Abszissen eingetragen sind. Die Schaulinien verlaufen mit wachsender Würfelgröße — von einzelnen Ausnahmen abgesehen, die auf Fehler in der Anfertigung der Körper zurückzuführen sind — stetig abwärts. Die

---

[1]) Wenn die kleinen und die großen Körper aus ganz gleicher Masse (auch mit gleichem r) hergestellt sind, und der Erhärtungsvorgang nur an die eigene Körpermasse gebunden wäre, so müßten die kleinen und großen Körper gleiche Festigkeiten zeigen. Da aber während der Erhärtung sich Vorgänge abspielen, die durch die Körperoberfläche beeinflußt sind, so ist der Verlauf der Erhärtung im Körperinnern örtlich beschleunigt oder gehemmt. Nur wenn der hierdurch entstehende Erhärtungszustand sich mit der Zeit ausgleichen kann, kann endliche Gleichheit in der ganzen Masse des Körpers erwartet werden. Dann müssen kleine und große Würfel mit der Zeit gleiche r und σ_B erreichen.

[2]) Der Vergleich von Mörtel- und Betonfestigkeiten in Würfelform dient nur zur möglichst einfachen Festlegung der Materialeigenschaften. Technisch nutzbar wird der Mörtel zumeist doch nur in der Fuge zwischen den Steinen des Betons, also in Gestalten, die von der Würfelform stark abweichen und daher ganz andere Festigkeiten für das Mörtelband liefern, als die an Würfeln festgestellten. Da diese Umstände beim Versuch schwer zutreffend nachzuahmen sind, so wird man bei Beurteilung der Mörtelfestigkeit der Einfachheit wegen immer bei der Würfelform bleiben. A. Martens.

[3]) Martens: „Prüfung der Druckfestigkeit von Beton". Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten. Jahrg. 1900, S. 102 ff.

Einfluß der Körpergröße auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zementbeton.

Versuchsreihe 6 (Mischung 1 : 4).

——— erdfeucht eingeschlagen, ▬▬▬ mauergerecht eingefüllt.

In unabgedichteten Formen hergestellte Körper. | In abgedichteten Formen hergestellte Körper.

Versuchsreihe 3 (Mischung 1 : 5).

Versuchsreihe 4 (Mischung 1 : 5).

Versuchsreihe 5 (Mischung 1 : 5).

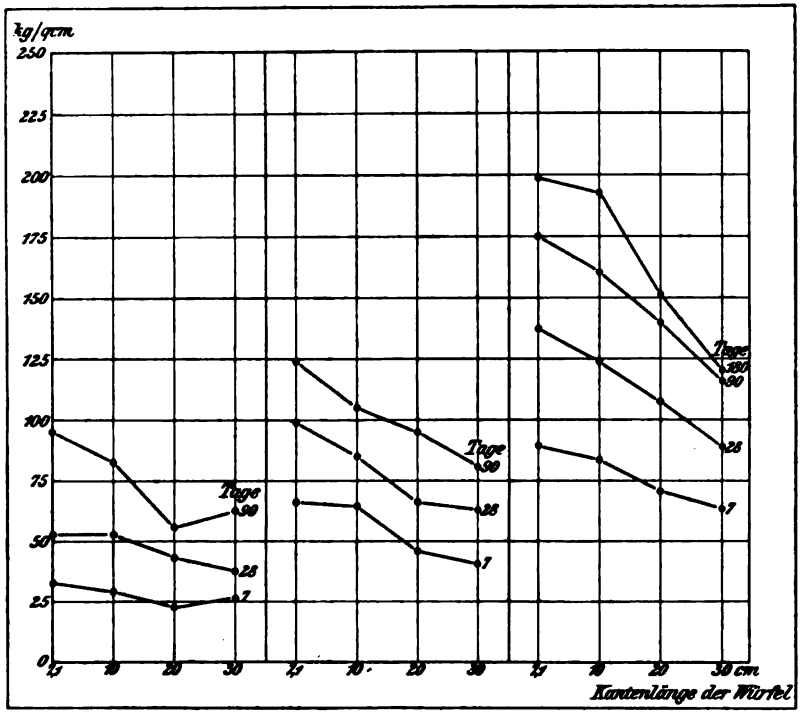


Fig. 15.

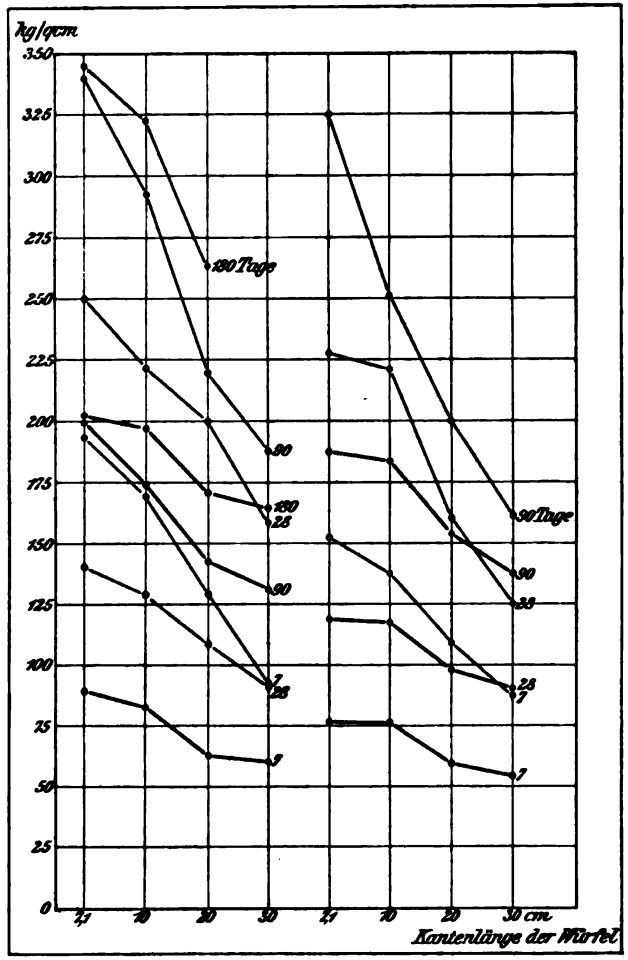


Fig. 15a.

Ausdehnung der Versuche auf noch größere Würfel hätte indes vorwiegend wissenschaftlichen Wert, weil für die Praxis schon mit Rücksicht darauf, daß man wegen der Kraftleistung der Festigkeits-Probiermaschinen in der Wahl der Körpergrößen beschränkt ist, Würfel von mehr als 30 cm Kantenlänge selten in Betracht kommen. —

Mit vorstehenden Versuchsreihen sollen die Untersuchungen zur Feststellung des Einflusses der Würfelgröße auf die Druckfestigkeit von Zementmörtel und -beton nicht als abgeschlossen gelten. Weitere Versuche, die sich auf die Ermittelung dieses Einflusses auf Probekörper beziehen, die an der Luft und unter Sand erhärten, sind zur weiteren Klärung der Frage nötig und auch bereits in Aussicht genommen.

Versuchsreihe 7. (Raumgewichtsveränderung bei der Erhärtung.)

Zwecks Feststellung der Gewichts- und Raumgewichtsveränderung von Betonwürfeln verschiedener Größe von dem Augenblicke beendeter Fertigung an bis zum Einlegen in Wasser und während der Wasserlagerung wurden aus den zu Reihe 6 benutzten Materialien (Portlandzement und Kiessand[1]) Betonmischungen im Verhältnis 1:3 und 1:5 nach Gewichtsteilen in mauergerechter Steife bereitet und aus diesen Mischungen Würfel 7, 10, 20 und 30 durch Einfüllen der Betonmasse in die Form hergestellt. Zur gleichzeitigen Ermittelung des etwaigen Einflusses der Abdichtung der Formen auf die Raumgewichtsveränderung des Betons wurden Würfel sowohl in unabgedichteten, als auch in gut mit Mennige abgedichteten Formen angefertigt. Mangels genügenden Probematerials konnten von den Würfeln 30 nur je drei Stück statt fünf hergestellt werden. Sämtliche Körper lagerten drei Tage an der Luft, davon den ersten Tag in der Form, und vom dritten Tage an unter Wasser. Das Gewicht der Körper wurde bei folgenden Zeitpunkten bestimmt:

1. unmittelbar nach erfolgter Fertigung;
2. nach 6 Stunden
3. „ 24 „
4. „ 2 Tagen
5. „ 3 „

} (Lagerung an der Luft);

6. „ 4, 7, 28 und 90 Tagen (Lagerung unter Wasser).

Die Gewichtsbestimmung unter 1. und 2. wurde an den in der Form befindlichen Körpern, diejenigen unter 3. — 6. an den entformten Proben (an den unter Wasser gelegten Proben unmittelbar nach jedesmaliger Entnahme aus dem Wasser und nach erfolgter oberflächlicher Abtrocknung) vorgenommen. Hierbei muß hervorgehoben werden, daß sich bei Entformung der Probekörper die gleiche Erscheinung zeigte, die bereits bei den vorausgegangenen Versuchsreihen an den aus mauergerechtem Beton durch Einfüllen in die Form hergestellten Körpern beobachtet wurde, daß nämlich die Würfel nach dem Entformen in ihrem untersten Teile mehr oder weniger ausgelaugt erschienen und die unteren Kanten und Ecken abgerundet waren (siehe Fußnote S. 125). Dies machte sich bei den kleinen Würfeln mehr geltend, als bei den größeren, insbesondere bei den Würfeln 7, die aus diesem Grunde auch bei der im Alter von 90 Tagen vorgenommenen Prüfung auf Druckfestigkeit für die in unabgedichteten Formen hergestellten Körper nur unwesentlich höhere Werte lieferten als die übrigen Würfelgrößen. Für die in abgedichteten Formen hergestellten Würfel ergaben sich sogar geringere

[1]) Eigenschaften der Betonbestandteile siehe Tab. 38 und 39.

Versuchsreihe 7.

(Raumgewichtsveränderung von Beton bei der Erhärtung.)

Veränderung des Gewichts und Raumgewichts von Betonproben bei Luft- und Wasserlagerung.

1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Kiessand.

Tabelle 44. In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Versuch Nr.	Gewicht der Körper in kg nach								
	der Anfertigung	6 Stunden	24 Stunden	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge.									
1	0,830	0,820	0,810	0,785	0,780	0,808	0,815	0,819	0,823
2	0,840	0,830	0,810	0,789	0,785	0,813	0,820	0,824	0,827
3	0,840	0,830	0,810	0,784	0,780	0,809	0,814	0,818	0,821
4	0,820	0,820	0,800	0,776	0,773	0,801	0,807	0,812	0,814
5	0,820	0,820	0,800	0,778	0,773	0,804	0,809	0,813	0,816
Mittel	0,830	0,824	0,806	0,782	0,778	0,807	0,813	0,817	0,820
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,338	2,321	2,270	2,203	2,192	2,273	2,290	2,301	2,310
Würfel von 10 cm Kantenlänge.									
1	2,310	2,310	2,280	2,218	2,205	2,274	2,287	2,295	2,299
2	2,310	2,300	2,270	2,212	2,200	2,264	2,280	2,289	2,295
3	2,290	2,270	2,250	2,198	2,182	2,250	2,264	2,273	2,280
4	2,280	2,260	2,240	2,193	2,175	2,245	2,257	2,268	2,276
5	2,330	2,300	2,270	2,207	2,190	2,263	2,275	2,283	2,290
Mittel	2,304	2,288	2,262	2,206	2,190	2,259	2,273	2,282	2,288
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,304	2,288	2,262	2,206	2,190	2,259	2,273	2,282	2,288
Würfel von 20 cm Kantenlänge.									
1	18,15	18,05	17,95	17,67	17,60	17,87	17,94	18,02	18,05
2	18,20	18,05	17,95	17,68	17,62	17,92	17,97	18,04	18,07
3	18,15	18,05	18,00	17,70	17,62	17,92	17,98	18,05	18,08
4	18,10	17,95	17,90	17,62	17,52	17,82	17,88	17,96	17,99
5	18,30	18,20	18,10	17,82	17,73	18,03	18,10	18,18	18,21
Mittel	18,18	18,06	17,98	17,70	17,62	17,91	17,97	18,05	18,08
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,273	2,258	2,248	2,213	2,203	2,239	2,246	2,256	2,260
Würfel von 30 cm Kantenlänge.									
1	60,75	60,45	60,35	60,00	59,80	60,30	60,50	60,55	60,70
2	60,70	60,15	60,05	59,65	59,50	60,00	60,25	60,35	60,45
3	60,70	60,15	60,00	59,65	59,50	60,00	60,20	60,30	60,35
Mittel	60,72	60,25	60,13	59,77	59,60	60,10	60,32	60,40	60,50
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,249	2,231	2,227	2,214	2,207	2,226	2,234	2,237	2,241

Tabelle 45. In abgedichteten Formen hergestellte Körper.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Versuch Nr.	Gewicht der Körper in kg nach								
	der Anfertigung	6 Stunden	24 Stunden	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge.									
1	0,845	0,835	0,808	0,794	0,791	0,824	0,828	0,832	0,835
2	0,843	0,833	0,808	0,793	0,789	0,822	0,827	0,830	0,833
3	0,826	0,816	0,792	0,778	0,773	0,805	0,811	0,814	0,817
4	0,829	0,820	0,800	0,786	0,782	0,814	0,818	0,822	0,824
5	0,822	0,814	0,793	0,778	0,772	0,800	0,807	0,812	0,813
Mittel	0,833	0,824	0,800	0,786	0,781	0,813	0,818	0,822	0,824
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,346	2,321	2,254	2,214	2,200	2,290	2,304	2,315	2,321
Würfel von 10 cm Kantenlänge.									
1	2,350	2,320	2,251	2,212	2,202	2,285	2,290	2,299	2,308
2	2,380	2,340	2,273	2,239	2,227	2,302	2,312	2,324	2,329
3	2,360	2,310	2,263	2,227	2,216	2,294	2,303	2,312	2,318
4	2,330	2,290	2,243	2,207	2,192	2,270	2,281	2,291	2,296
5	2,280	2,250	2,205	2,169	2,156	2,227	2,240	2,248	2,255
Mittel	2,340	2,302	2,247	2,211	2,199	2,276	2,285	2,295	2,301
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,340	2,302	2,247	2,211	2,199	2,276	2,285	2,295	2,301
Würfel von 20 cm Kantenlänge.									
1	18,25	18,15	17,95	17,82	17,65	18,02	18,06	18,12	18,15
2	18,28	18,13	18,00	17,85	17,69	18,05	18,10	18,16	18,19
3	18,25	18,05	17,94	17,80	17,66	18,03	18,07	18,13	18,16
4	18,20	18,10	17,95	17,81	17,66	18,03	18,08	18,15	18,17
5	18,15	18,00	17,83	17,66	17,51	17,90	17,94	18,00	18,04
Mittel	18,23	18,09	17,93	17,79	17,63	18,01	18,05	18,11	18,14
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,279	2,261	2,241	2,224	2,204	2,251	0,256	2,264	2,268
Würfel von 30 cm Kantenlänge.									
1	61,30	60,80	60,50	60,15	59,85	60,65	60,70	60,95	61,20
2	60,65	60,05	59,80	59,35	59,00	59,75	59,95	60,15	60,40
3	61,00	60,60	60,30	59,90	59,50	60,40	60,40	60,60	60,75
Mittel	60,98	60,48	60,20	59,80	59,45	60,27	60,35	60,57	60,78
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,259	2,240	2,230	2,215	2,202	2,232	2,235	2,243	2,251

Werte, als bei den Würfeln 10 (siehe Tab. 52 S. 158 und Fig. 18 S. 157). Dieses Ergebnis konnte nach dem Ausfall der vorangegangenen Versuchsreihen nicht erwartet werden.

Die Ergebnisse aus Reihe 7 finden sich in Tab. 48—51 und in Fig. 16, 16a, 17 und 17a. Die Ergebnisse der Gewichts- und Raumgewichtsbestimmungen sind in mehrfacher Hinsicht lehrreich. Sie beweisen, wie beiläufig bemerkt sei, daß, wenn man sich ein richtiges Bild von den Dichtigkeitsverhältnissen von Mörtel- oder Betonproben machen will,

> die Beurteilung des Raumgewichts derselben bei einem beliebigen, wenn auch sonst gleichen Alter für diesen Zweck nicht genügt, daß man vielmehr die Veränderung des r von dem Augenblicke der Vollendung der Körper an verfolgen muß.

Veränderung des Gewichts und Raumgewichts von Betonproben.

1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand.

Tabelle 46. In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Versuch Nr.	Gewicht der Körper in kg nach								
	der Anfertigung	6 Stunden	24 Stunden	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge.									
1	0,832	0,830	0,817	0,799	0,792	0,812	0,822	0,826	0,828
2	0,821	0,819	0,807	0,795	0,789	0,810	0,818	0,822	0,824
3	0,825	0,822	0,810	0,791	0,785	0,807	0,817	0,819	0,821
4	0,807	0,805	0,794	0,780	0,774	0,798	0,806	0,810	0,811
5	0,825	0,822	0,808	0,795	0,788	0,813	0,821	0,826	0,827
Mittel	0,822	0,820	0,807	0,792	0,786	0,808	0,817	0,821	0,822
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,315	2,310	2,273	2,231	2,214	2,276	2,301	2,313	2,315
Würfel von 10 cm Kantenlänge.									
1	2,310	2,310	2,310	2,248	2,231	2,283	2,303	2,322	2,327
2	2,290	2,290	2,290	2,263	2,210	2,260	2,282	2,290	2,295
3	2,260	2,260	2,260	2,203	2,190	2,240	2,262	2,270	2,275
4	2,290	2,290	2,280	2,224	2,207	2,261	2,285	2,292	2,297
5	2,300	2,300	2,280	2,226	2,202	2,265	2,286	2,295	2,301
Mittel	2,290	2,290	2,284	2,225	2,208	2,262	2,284	2,294	2,299
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,290	2,290	2,284	2,225	2,208	2,262	2,284	2,294	2,299
Würfel von 20 cm Kantenlänge.									
1	17,85	17,80	17,80	17,60	17,53	17,72	17,84	17,98	17,93
2	17,90	17,85	17,85	17,65	17,56	17,75	17,88	17,91	17,95
3	17,90	17,85	17,80	17,65	17,60	17,78	17,90	17,94	17,98
4	17,95	17,90	17,85	17,75	17,69	17,86	17,99	18,02	18,06
5	17,80	17,75	17,65	17,60	17,54	17,81	17,82	17,87	17,90
Mittel	17,88	17,83	17,79	17,65	17,58	17,76	17,89	17,94	17,96
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,235	2,229	2,224	2,206	2,198	2,220	2,236	2,243	2,245
Würfel von 30 cm Kantenlänge.									
1	59,30	58,85	58,75	58,60	58,40	58,75	59,00	59,20	59,25
2	62,50	62,30	62,25	59,00	58,80	59,15	59,55	59,65	59,80
3	59,50	59,20	59,05	58,80	58,60	59,10	59,45	59,65	59,80
Mittel	60,43	60,12	60,02	58,80	58,60	59,00	59,33	59,50	59,62
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,238	2,227	2,223	2,178	2,170	2,185	2,197	2,204	2,208

Aus den Tabellen ist zunächst ersichtlich, daß ein merklicher Unterschied in den Werten für die in undichten und denen für die in abgedichteten Formen hergestellten Körper nicht vorhanden ist. Bei der fetteren Mischung (1 Zement + 3 Kiessand) scheinen die in abgedichteten Formen hergestellten Würfel etwas dichter zu sein, als die in undichten Formen gefertigten. Bei den Würfeln der mageren Mischung (1 Zement + 5 Kiessand) kommt solcher Unterschied zwischen den in undichten und abgedichteten Formen angefertigten Körpern nicht zum Ausdruck. Es kehrt sich sogar das für die fette Mischung festgestellte Verhältnis zwischen beiden Körpergattungen bei dem mageren Beton in einzelnen Fällen um.

Tabelle 47. In abgedichteten Formen hergestellte Körper.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Versuch Nr.	Gewicht der Körper in kg nach								
	der Anfertigung	6 Stunden	24 Stunden	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	90 Tagen
Würfel von 7,1 cm Kantenlänge.									
1	0,821	0,815	0,803	0,782	0,772	0,803	0,807	0,813	0,816
2	0,828	0,822	0,810	0,787	0,778	0,808	0,809	0,821	0,823
3	0,822	0,815	0,806	0,784	0,775	0,807	0,808	0,816	0,818
4	0,826	0,820	0,809	0,784	0,775	0,799	0,806	0,816	0,818
5	0,820	0,813	0,805	0,784	0,774	0,802	0,803	0,815	0,817
Mittel	0,823	0,817	0,807	0,784	0,775	0,804	0,807	0,816	0,818
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,318	2,301	2,273	2,208	2,183	2,265	2,273	2,299	2,304
Würfel von 10 cm Kantenlänge.									
1	2,280	2,280	2,260	2,214	2,184	2,255	2,270	2,287	2,293
2	2,280	2,280	2,250	2,208	2,178	2,251	2,262	2,280	2,296
3	2,280	2,280	2,240	2,198	2,170	2,238	2,250	2,279	2,284
4	2,310	2,310	2,270	2,233	2,205	2,277	2,290	2,306	2,311
5	2,300	2,300	2,260	2,218	2,186	2,262	2,272	2,292	2,299
Mittel	2,290	2,290	2,256	2,214	2,185	2,257	2,269	2,289	2,297
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,290	2,290	2,256	2,214	2,185	2,257	2,269	2,289	2,297
Würfel von 20 cm Kantenlänge.									
1	17,82	17,72	17,72	17,59	17,43	17,70	17,80	17,90	17,95
2	17,77	17,62	17,52	17,48	17,32	17,60	17,70	17,82	17,87
3	17,78	17,63	17,58	17,47	17,32	17,60	17,69	17,82	17,86
4	17,75	17,60	17,60	17,46	17,30	17,59	17,68	17,80	17,84
5	17,85	17,75	17,70	17,52	17,35	17,64	17,72	17,85	17,90
Mittel	17,79	17,66	17,62	17,50	17,34	17,63	17,72	17,84	17,88
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,224	2,207	2,203	2,188	2,168	2,204	2,215	2,230	2,235
Würfel von 30 cm Kantenlänge.									
1	59,05	58,85	58,75	58,55	58,20	58,85	59,20	59,50	59,60
2	59,35	58,95	58,95	58,70	58,30	59,00	59,40	59,65	59,80
3	59,80	59,40	59,35	59,00	58,60	59,25	59,65	59,95	60,00
Mittel	59,40	59,07	59,02	58,75	58,37	59,03	59,42	59,70	59,80
Mittleres Raumgewicht g/ccm	2,200	2,188	2,186	2,176	2,162	2,186	2,201	2,211	2,215

Beide Mischungen, die fette wie die magere, verhalten sich anfänglich, d. h. bis zu 24 Stunden, annähernd gleich, ändern jedoch ihr r nach der Entformung am zweiten und dritten Tage der Luftlagerung verschieden, indem die Körper der fetteren Mischung, wie aus Tab. 50 und 51 ersichtlich ist, mehr an r abnehmen, als die der mageren Mischung. Bei der Wasserlagerung verhalten sich die Körper beider Mischungen nahezu wieder gleich, wobei nur als auffällig zu bezeichnen ist, daß die Körper aus fetter Mischung bis zu 90 Tagen Wasserlagerung in keinem Falle, d. h. in keiner Körpergröße das ursprüngliche r (das unmittelbar nach der Fertigung ermittelte) wieder erreichen, während die Körper der mageren Mischung mit nur zwei Ausnahmen bei dem Alter von 90 Tagen das ursprüngliche r nicht nur erreichen, sondern sogar um ein weniges überschreiten.

Tabelle 48. Mittleres Raumgewicht der Betonwürfel nach Tab. 44 und 45.

1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Kiessand.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Alter der Proben	0	6	24	2	3	4	7	28	90
	Stunden			Tage		Tage			
Würfelgröße (Kantenlänge)	In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	2,338	2,321	2,270	2,203	2,192	2,273	2,290	2,301	2,310
10 „	2,304	2,288	2,282	2,206	2,190	2,259	2,273	2,282	2,288
20 „	2,273	2,258	2,248	2,213	2,203	2,239	2,246	2,256	2,260
30 „	2,249	2,231	2,227	2,214	2,207	2,226	2,234	2,237	2,241
Würfelgröße (Kantenlänge)	In abgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	2,346	2,321	2,254	2,214	2,200	2,290	2,304	2,315	2,321
10 „	2,340	2,302	2,247	2,211	2,199	2,276	2,285	2,295	2,301
20 „	2,279	2,261	2,241	2,224	2,204	2,251	2,256	2,264	2,268
30 „	2,259	2,240	2,230	2,215	2,202	2,232	2,235	2,243	2,251

Veränderung des Raumgewichts von Beton.
Versuchsreihe 7. Tab. 44 und 46.
In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.
Mischung 1 : 3, Mischung 1 : 5,
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

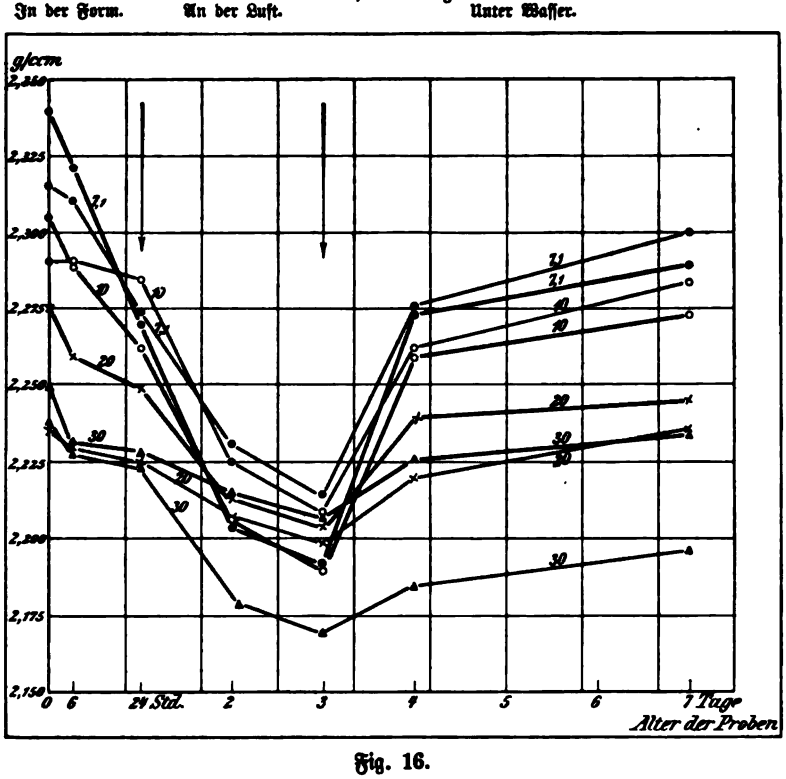


Fig. 16.

Tabelle 49. Mittleres Raumgewicht der Betonwürfel nach Tab. 46 und 47.

1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Alter der Proben	0	6	24	2	3	4	7	28	90
	Stunden			Tage		Tage			
Würfelgröße (Kantenlänge)	In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	2,315	2,310	2,273	2,231	2,214	2,276	2,301	2,313	2,315
10 „	2,290	2,290	2,284	2,225	2,208	2,262	2,284	2,294	2,299
20 „	2,235	2,229	2,224	2,206	2,198	2,220	2,236	2,243	2,245
30 „	2,238	2,227	2,223	2,178	2,170	2,185	2,197	2,204	2,208
Würfelgröße (Kantenlänge)	In abgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	2,318	2,301	2,273	2,208	2,183	2,265	2,273	2,299	2,304
10 „	2,290	2,290	2,256	2,214	2,185	2,257	2,269	2,289	2,297
20 „	2,224	2,207	2,203	2,188	2,168	2,204	2,215	2,230	2,235
30 „	2,200	2,188	2,186	2,176	2,162	2,186	2,201	2,211	2,215

Veränderung des Raumgewichts von Beton (Wasserlagerung zu Fig. 16).

Versuchsreihe 7. Tab. 44 und 46.

In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.

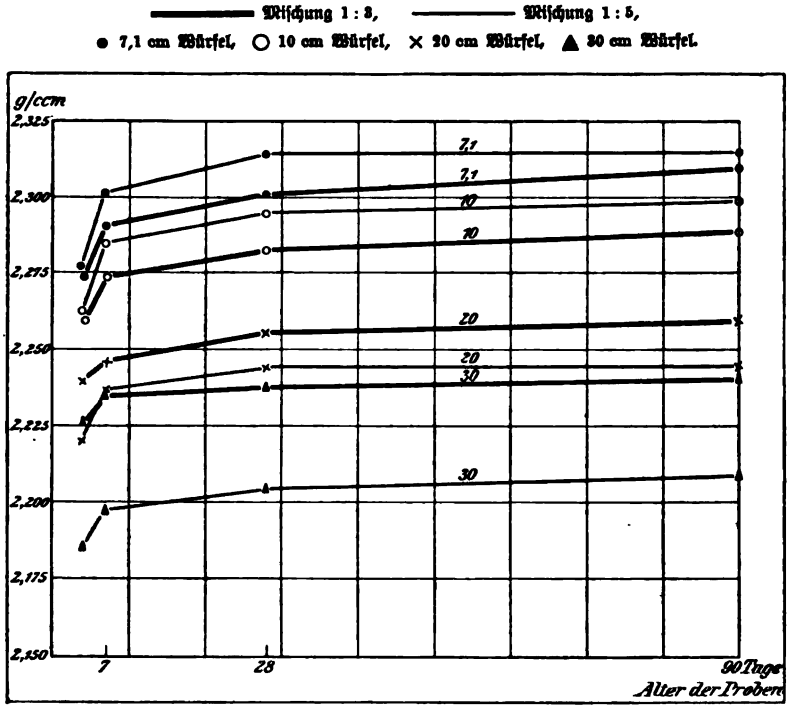


Fig. 16a.

Tabelle 50. Verhältniszahlen zu Tab. 48.

Raumgewicht der Körper unmittelbar nach erfolgter Anfertigung = 1000.
1 Gewtl. Zement + 3 Gewtl. Kiessand.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Alter der Proben	0	6	24	2	3	4	7	28	90
	Stunden			Tage		Tage			
Würfelgröße (Kantenlänge)	In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	1000	993	971	942	938	972	979	984	988
10 „	1000	93	82	57	51	80	87	90	94
20 „	1000	93	89	74	69	85	88	93	94
30 „	1000	94	92	86	83	91	95	96	98
Würfelgröße (Kantenlänge)	In abgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	1000	989	961	944	938	976	982	987	989
10 „	1000	84	60	45	40	78	76	81	83
20 „	1000	92	88	75	67	88	90	93	95
30 „	1000	92	87	81	75	88	89	92	96

Veränderung des Raumgewichts von Beton.
Versuchsreihe 7. Tab. 45 und 47.
In abgedichteten Formen hergestellte Körper.
Mischung 1 : 3, Mischung 1 : 5,
● 7,1 cm Würfel, ○ 10 cm Würfel, × 20 cm Würfel, ▲ 30 cm Würfel.

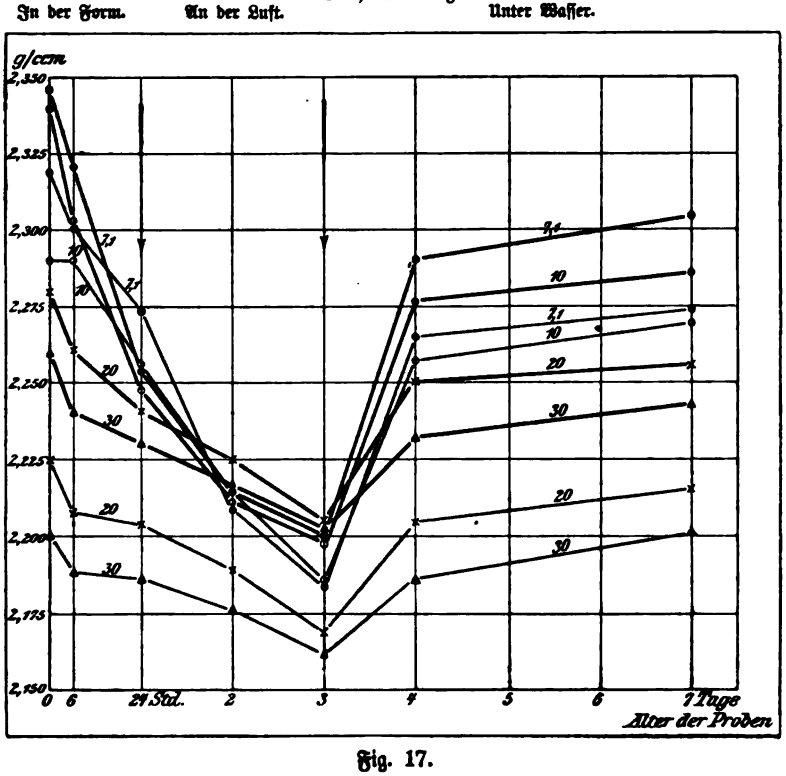


Fig. 17.

Tabelle 51. Verhältniszahlen zu Tab. 49.

Raumgewicht der Körper unmittelbar nach erfolgter Anfertigung = 1000.
1 Gewtl. Zement + 5 Gewtl. Kiessand.

Art der Probenlagerung	An der Luft in der Form			An der Luft entformt		Unter Wasser			
Alter der Proben	0	6	24	2	3	4	7	28	90
	Stunden			Tage		Tage			
Würfelgröße (Kantenlänge)	In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	1000	998	982	964	956	983	994	999	1000
10 „	1000	1000	97	71	64	88	97	1002	04
20 „	1000	997	96	87	83	93	1000	04	04
30 „	1000	95	93	73	25	82	937	940	942
Würfelgröße (Kantenlänge)	In abgedichteten Formen hergestellte Körper.								
7,1 cm	1000	998	982	954	943	979	982	990	996
10 „	1000	1000	85	67	54	86	98	1000	1003
20 „	1000	992	91	84	75	91	96	03	05
30 „	1000	95	94	89	83	94	1000	05	07

Veränderung des Raumgewichts von Beton (Wasserlagerung zu Fig. 17).
Versuchsreihe 7. Tab. 45 und 47.
In abgedichteten Formen hergestellte Körper.

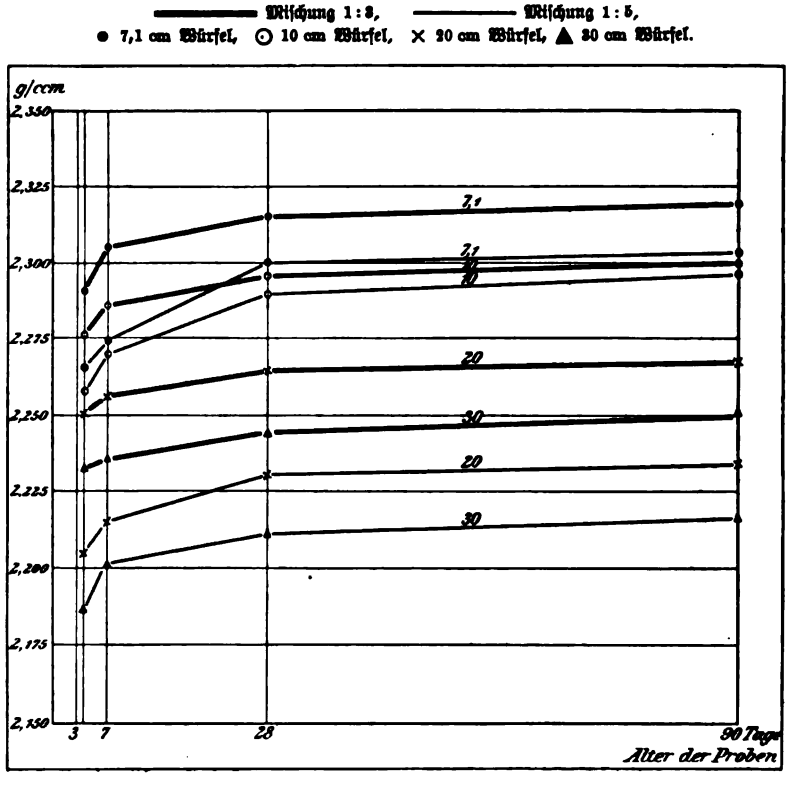


Fig. 17a.

Der Einfluß der verschiedenen Würfelgröße macht sich bereits im Augenblicke nach erfolgter Fertigstellung in bestimmter Weise geltend, und zwar nimmt das r der Körper sowohl der fetten wie der mageren Mischung mit zunehmender Würfelgröße wegen der Wasserverdrängung ab, die abhängig von der Würfelgröße ist. Dieser Unterschied wird bei der anfänglichen Luftlagerung (da die kleinen Körper infolge der durch die größere Oberfläche bedingten schnelleren Wasserabgabe verhältnismäßig mehr an G verlieren, als die größeren) mit fortschreitendem Alter geringer; er gleicht sich nach der Entfernung (von 24 Stunden Alter an) immer mehr aus, sodaß nach drei Tagen Luftlagerung die großen Würfel zum Teil sogar höheres r erlangen, als die kleinen. Dieser durch Fig. 16 und 17

Druckfestigkeit der auf Raumgewichtsveränderung geprüften Körper. (Zu Tab. 52.)

Mischung 1 : 3,
" 1 : 5,
In unabgedichteten Formen hergestellte Körper,
In abgedichteten Formen hergestellte Körper.

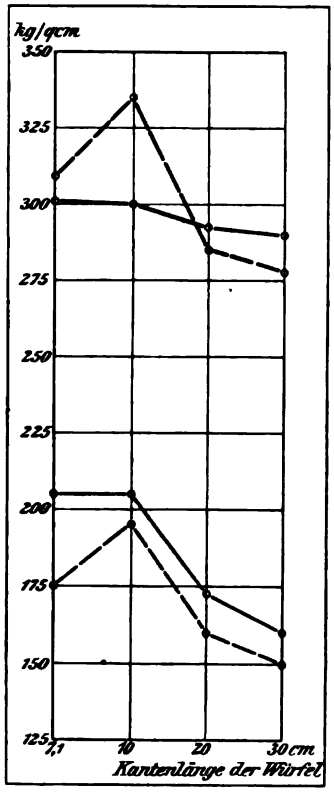


Fig. 18.

Darstellung der Ergebnisse der Siebversuche zu den Tab. 6 und 12.

Rückstände zwischen je zwei Sieben.

Beton- und Mörtelfestigkeit. Versuchsreihe 2. (Tab. 6)

Einfluß des Wasserzusatzes auf die Betonfestigkeit. (Tab. 12.)

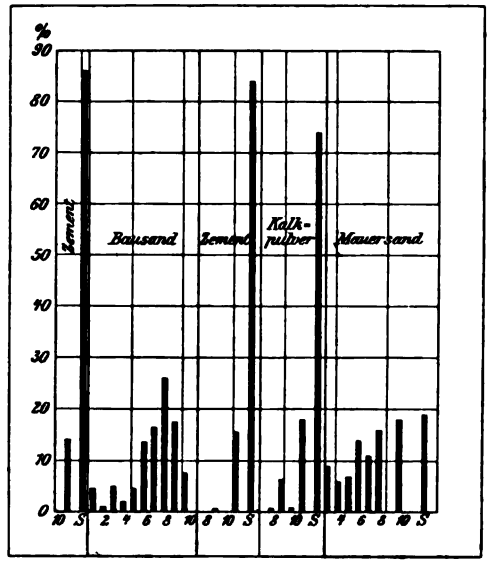


Fig. 19.

verdeutlichte Verlauf der Raumgewichtsveränderung kommt besonders bei der Versuchsreihe mit den in unabgedichteten Formen hergestellten Körpern der Mischung 1 : 3 zum Ausdruck, von denen die Würfel 20 und 30 bei drei Tagen Alter größeres r aufweisen als die Würfel 7 und 10. Durch dieses Ergebnis wird es nun auch erklärlich, weshalb bei den vorangegangenen Versuchsreihen die Würfel verschiedener Größe bei der Gewichtsbestimmung nach 2 oder 3 Tagen wenig von einander abweichende Raumgewichte lieferten.

Nach dem Einlegen der Körper in Wasser vollzieht sich die Wasseraufnahme in der Weise, daß die kleineren Würfel die entstandenen Hohlräume schneller füllen, also die dichteren

Tabelle 52. Druckfestigkeit der auf Raumgewichtsveränderung geprüften Körper.

Alter der Proben: 90 Tage.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten kg/qcm.

Mischung nach Gewichtsteilen	1 Zement + 3 Kiessand				1 Zement + 5 Kiessand			
Würfelgröße (Kantenlänge)	7,1 cm	10 cm	20 cm	30 cm	7,1 cm	10 cm	20 cm	30 cm
Versuch Nr.	In unabgedichteten Formen hergestellte Körper.							
1	300	317	275	283	195	212	161	166
2	304	286	295	289	206	200	175	158
3	294	298	280	294	209	203	168	155
4	298	286	300	zu wenig Probe-material	194	199	176	zu wenig Probe-material
5	308	311	310		221	207	181	
Mittel	301	300	292	289	205	204	172	160
Versuch Nr.	In abgedichteten Formen hergestellte Körper.							
1	322	325	265	282	179	203	160	147
2	318	345	262	275	169	188	157	144
3	312	360	311	274	185	194	158	154
4	326	325	297	zu wenig Probe-material	169	206	152	zu wenig Probe-material
5	263	320	287		175	180	170	
Mittel	308	335	285	277	175	194	160	149

Darstellung der Ergebnisse der Siebversuche zu den Tabellen 16, 22, 27, 32 und 38.

Rückstände zwischen je zwei Sieben.

Einfluß der Würfelgröße auf die Erhärtung (Festigkeit) von Zementmörtel und -beton.

Versuchsreihe 1 (Tab. 16). Versuchsreihe 3 (Tab. 22). Versuchsreihe 4 (Tab. 27). Versuchsreihe 5 (Tab. 32). Versuchsreihe 6 u. 7 (Tab. 38).

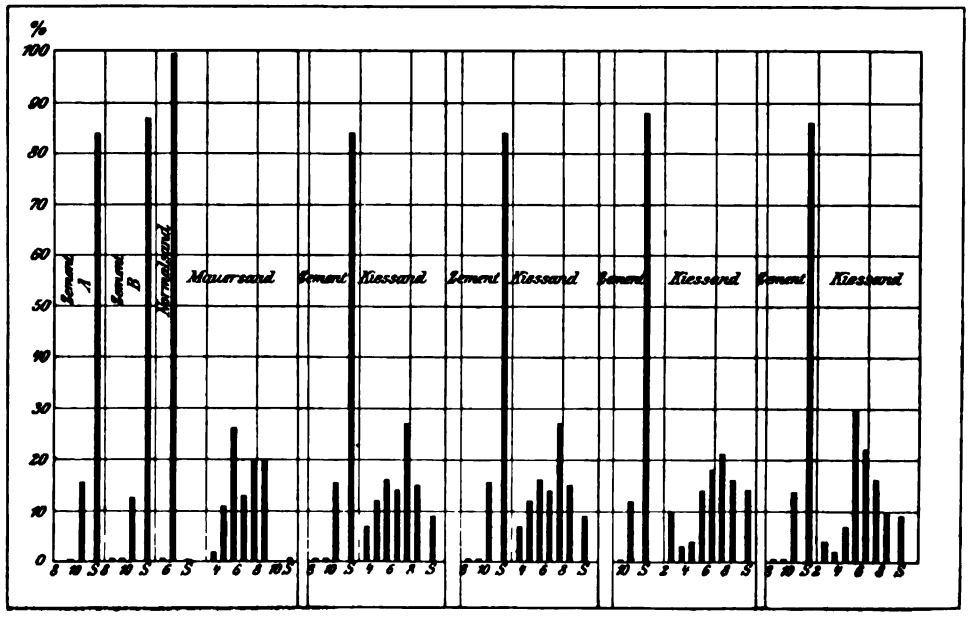


Fig. 20.

werden, d. h. das höchste r erlangen. Es tritt auf diese Weise wieder das ursprüngliche Verhältnis ein: mit wachsender Würfelgröße nimmt das r der Körper ab, und zwar kommt dieses Verhältnis schon nach einem Tage der Wasserlagerung wieder zustande, trotzdem das r der kleinen Körper, bezogen auf den Zustand unmittelbar nach der Anfertigung, weniger zunimmt, als das der großen Würfel, weil diese noch Wasser in die Hohlräume eintreten lassen, nachdem der Vorgang bei den kleinen Würfeln bereits aufhört, wie die Verhältniszahlen der Tab. 50 und 51 beweisen.

Daß das r der kleinen Würfel während der Wasserlagerung höher wird, als das der großen, hat sich also, wie bei den vorhergehenden Versuchsreihen, auch durch diese Reihe wieder bestätigt gefunden.

Dieses Ergebnis ist aber nunmehr erklärlich geworden, nachdem durch die Ermittelung des r unmittelbar nach Herstellung der Körper festgestellt ist, daß

> die Körper bereits im Augenblicke der Anfertigung trotz sonst durchaus gleicher Herstellungsart und Behandlung ihr r ändern; das r wächst mit fallender Würfelgröße.

Die auf G und r geprüften Würfel sind schließlich der Druckprobe unterzogen worden. Daß hierbei, wie aus Tab. 52 und im Verlauf der Schaulinien Fig. 18 ersichtlich ist, die Würfel 7 gegen alle Erwartung zum Teil geringere Werte geliefert haben, als die größeren Würfel, ist, wie gesagt, auf die durch die Mängel des angewendeten Probenanfertigungsverfahrens verursachte Beschädigung des Unterteils der Würfel und die dadurch bewirkte Beeinträchtigung der Druckflächen zurückzuführen, die namentlich bei den kleineren Würfeln zur Wirkung kommt.

---

3. Hochofenschlacke und Portland-Zement.

Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung Professor M. Gary.

Die Verwendung von Hochofenschlacke zu Portland-Zement oder als Zuschlag zu Portland-Zement beschäftigt gegenwärtig weite Kreise der Zementindustrie und des bauenden Publikums. Von seiten der Eisenhüttenwerke wird bei Erörterung der Streitfrage, ob ein Erzeugnis, dem nach dem Brennen Hochofenschlacke beigemischt ist, noch als Portland-Zement zu bezeichnen ist, geltend gemacht, daß granulierte und dann ausgeglühte Hochofenschlacke, wie sie von einigen Werken zur Beimischung zum Portland-Zement verwendet wird, durch das Ausglühen hydraulische Eigenschaften erhalte und als ein „kalkarmer Portland-Zement" aufzufassen sei. Wenn dies für alle Hochofenschlacken zutreffen würde, so wäre damit für den Baumarkt ein wohlfeiles neues Bindemittel gewonnen, an dessen Verwendung nicht nur die Eisenhütten, sondern auch alle Baukreise lebhaftes Interesse nehmen müßten.

Die Art dieser Verwendung könnte mannigfaltig sein und es ist deshalb von Wichtigkeit, die behauptete Tatsache auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Da ferner unter Bezugnahme auf eine frühere Äußerung v. Tetmajers bestritten wird, daß es möglich sei, die Hochofenschlacke mit Nutzen auf dem Bauplatze bei der Mörtelbereitung direkt zuzusetzen[1]),

[1]) Dr. H. Passow, Leiter des Vereinslaboratoriums des Vereins Deutscher Eisenportlandzementwerke, schreibt in Stahl und Eisen, 1903, Nr. 15: „Auf die Bemerkung, man könne die Hochofenschlacke dem Portlandzement mit dem nämlichen, ja sogar mit besserem Erfolge zusetzen, als in der Fabrik, habe ich erwidert, daß eine solche Ansicht eine bodenlose Unkenntnis des Wesens und der Wirkungsweise der Hochofenschlacke verrate."

wonach die Beimischung in der Fabrik nicht umgangen werden könnte, ist es wichtig, auch diese Frage durch einwandfreie Versuche zu entscheiden.

Derartige Versuche hat erstmalig der Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten ausführen lassen und über ihre Ergebnisse soll nachstehend zunächst berichtet werden.

1. Versuchsgruppe.

A. Beschaffung und Vorbereitung des Probematerials.

An elf von dem Antragsteller namhaft gemachte Zementwerke, die mit Eisenhütten in Verbindung stehen, wurde das nachfolgende Rundschreiben gerichtet:

„Der Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten hat die Prüfung der Wirkungsweise von Hochofenschlacke als Bestandteil von Portland-Zement beantragt; insonderheit soll auch die Frage studiert werden, inwieweit der Hochofenschlacke durch Glühen die Eigenschaften eines „kalkarmen Zementes" verliehen werden können. Die Versuche werden voraussichtlich zur Klärung der Frage der Verwendbarkeit der Schlacke wesentlich beitragen, sie liegen also gleichzeitig im Interesse der Hochofenschlacke verarbeitenden Fabriken.

Die Versuchsanstalt richtet deshalb an Sie die ergebene Anfrage, ob Sie geneigt sein würden, die Versuche durch Lieferung von etwa 200 kg der in Ihrem Werk zur Zement-Erzeugung benutzten granulierten Hochofenschlacke zu unterstützen. Dem Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten würde der Ursprung der Schlacke nicht mitgeteilt werden. Die Schlacke würde am besten dem zur laufenden Fabrikation benutzten Material entnommen werden.

Um etwa später auftauchende Zweifel an der Identität der Schlacke auszuschließen, dürfte es in Ihrem eigenen Interesse liegen, falls Sie bereit sein sollten, Schlacke abzugeben, durch eine behördliche Bescheinigung nachzuweisen, „daß die Probenmenge dem Fabriksvorrat entnommen wurde".

Daraufhin haben sechs Firmen die gewünschten Schlackenmengen eingesandt, die nachstehend mit „A bis F" bezeichnet sind.

Zur besseren Kennzeichnung der Schlacken seien diejenigen Bemerkungen von Wichtigkeit beigefügt, die teilweise durch die Erzeuger selbst mit bezug auf die Schlacke mitgeteilt, teilweise auf Grund eigener Beobachtung der Versuchsanstalt festgestellt wurden.

Die Schlacken A, B, C, E wurden mit amtlichem Ursprungszeugnisse eingesandt. Schlacke A hatte graue, B, C, E hatten gelblichgraue Farbe.

Bei Einsendung der Schlacke „D" teilte die Hütte mit, daß die Erhärtung des „kalkarmen Zementes" (ausgeglühte Hochofenschlacke) sehr langsam vor sich gehe, daß somit die Energie dieses Zementes schlummert; sobald aber der „kalkarme" Zement mit „kalkreichem" zusammen erhärtet, wird Kalk des „kalkreichen" Zementes frei, der die Energie des „kalkarmen" Zementes erweckt und zur vollen Entwickelung bringt. Als Beweis dafür, daß der Hochofenschlackensand für sich ein langsam bindender Zement sei, wird angeführt, daß derselbe im Freien gelagert und feucht gehalten unter Druck etwa in einem halben Jahre erhärtet. Aus derartig erhärteten Klötzen sollen Würfel geschnitten und auf Druckfestigkeit geprüft sein, die 200 kg Druckfestigkeit ergeben haben. Die Energie dieses Sandes würde bedeutend erweckt, wenn man den Sand mit Klinkermehl mischt. Versuche in der Fabrik haben ergeben, daß Zement, aus reinen Klinkern gemahlen, 20—22 kg/qcm Zugfestigkeit ergab, bei Zusatz von

25% geglühtem Schlackensand aber 28 kg/qcm. Die Fabrik setzt — wie sie schreibt — ihren Klinkern durchschnittlich 25—30% derartigen Sand zu und erzielt eine Festigkeitszunahme von 4—6 kg.

Ferner wurde mitgeteilt, daß der Lösungsgrad der Schlacke abnimmt, wenn man diese bei zu hoher Temperatur glüht. Das Werk hat gefunden, daß man den reinen Zement am besten aufbessert, wenn man den Schlackensand zwischen 400 bis 500° glüht.

Der eingereichte Schlackensand wurde amtlich einem Haufen von 2000 t entnommen, der zur Zementfabrikation Verwendung finden sollte. Die Fässer wurden, mit dem Amtssiegel des Ortsvorstehers versehen, an die Versuchsanstalt eingeschickt.

Farbe: Gelblich hellgrau.

Über die Schlacke „F" schrieb das Werk, welches die Schlacke zur Zementfabrikation verwendet, daß die Eigenschaften der granulirten Hochofenschlacke, welche sie zur Zementfabrikation geeignet machen, um so besser hervortreten, je höher die Glühtemperatur und je feiner die Mahlung ist. Die Glühung müßte immerhin bei mindestens 500—600° stattfinden. Der Sand ging ohne amtliches Ursprungszeugnis, nur mit der Firma des Absenders versehen, ein.

Farbe: Dunkelgrau.

Der Widerspruch zwischen den Ansichten der Werke D und F bezüglich der Glühwirkung blieb unaufgeklärt.

Ein Teil der Werke, welche sich bereit erklärt hatten, Schlacke zur Verfügung zu stellen, verband damit die Einladung an die Versuchsanstalt, ihre Zementfabrik zu besichtigen. Von dem Verfolg dieser Einladung wurden indessen, mit Rücksicht auf den Umstand, daß kurz darauf eine von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten berufene Kommission die Werke besuchen sollte, Abstand genommen. Die Einsetzung dieser Kommission erfolgte auf Antrag mehrerer Fabriken, die Hochofenschlacke zur Herstellung von Zement verwenden und die gleichwertige Zulassung ihrer Erzeugnisse mit dem Portland-Zement für jeden Bedarf bei staatlichen Bauten forderten und die sich später zum Verein Deutscher Eisen-Portlandzement-Fabriken vereinigten.

Der nachfolgende Arbeitsplan, der den Versuchen zugrunde gelegt wurde, ist dem Verein Deutscher Eisen-Portland-Zement-Fabriken mit Genehmigung des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten mitgeteilt worden.

B. Arbeitsplan.

Durch Versuche sollte festgestellt werden:

I. Ob granulierte Hochofenschlacke durch Ausglühen hydraulische Eigenschaften erhält und

II. Ob es von Einfluß ist, wenn die Zumischung der Hochofenschlacke zum Zement vorher in der Fabrik erfolgt oder die Schlacke erst bei der Mörtel- bezw. Betonbereitung den Mörtelbestandteilen zugesetzt wird.

Zur Entscheidung dieser Fragen sollten dem Antrage gemäß folgende Prüfungen ausgeführt werden:

1. Ermittelung der Zug- und Druckfestigkeit von Mörtelproben aus:
   a) 1 Gewtl. granulierte Schlacke getrocknet und zementfein gemahlen + 3 Gewtl. Normalsand;

b) 1 Gewtl. granulierte Schlacke zementfein gemahlen und geglüht + 3 Gewtl. Normalsand nach 28 Tagen Erhärtung unter Wasser;

2. Ermittelung der Druckfestigkeit von Beton aus:

a) 0,70 Gewtl. Zement + 0,30 Gewtl. Schlacke (getrocknet und zementfein gemahlen) + 3 Gewtl. Sand + 6 Gewtl. Steinschlag, bei welchem Zement und Schlacke vorher zusammengemischt sind,

b) 0,70 Gewtl. Zement + 0,30 Gewtl. Schlacke (getrocknet und zementfein gemahlen) + 3 Gewtl. Sand + 6 Gewtl. Steinschlag, bei welchem Zement, Schlacke und Sand gleichzeitig gemischt und zu Mörtel verarbeitet werden,

nach 7, 28 und 90 Tagen Erhärtung unter Wasser.

Die Versuche unter 1. sollten mit sämtlichen zur Verfügung stehenden Schlackensorten, diejenigen unter 2. mit nur einer dieser Sorten ausgeführt werden.

Jede Schlacke wurde für sich zunächst bis zur Unveränderlichkeit des Gewichts getrocknet und auf einer Kugelmühle so fein gemahlen, daß alles durch ein Sieb von 900 Maschen auf 1 qcm ging. Ein Teil des gewonnenen Pulvers wurde dann in einem kleinen Ofen zwischen 400 und 500 C° geglüht, was nach Auffassung der beiden Fabriken, die sich auf die Frage nach der erforderlichen Glühtemperatur überhaupt geäußert haben, die mindestens zu fordernde Glühhitze darstellt. Höhere Wärme hätte in der Anstalt nur nach Überwindung besonderer Schwierigkeiten angewandt werden können.

Der zu den Versuchen erforderliche Portland-Zement wurde aus dem Handel bezogen. Er wurde vor der Verarbeitung gut durchgemischt. Die Prüfung kennzeichnete ihn als einen langsam bindenden raumbeständigen kalkreichen Portland-Zement. Die mittlere Zugfestigkeit des reinen Zementes betrug nach 7 Tagen 57,7 kg/qcm, nach 28 Tagen 69,0 kg/qcm;

die Zugfestigkeit
die Druckfestigkeit
} des Normenmörtels für 28 Tage alte Probekörper betrug { 21,1 kg/qcm
182,0 „ „

Der Mauersand wurde getrocknet und gemischt. Der Steinschlag (Grauwacke) wurde den Beständen der Versuchsanstalt entnommen und vor der Prüfung gereinigt, getrocknet und gemischt.

C. Versuchsergebnisse.

1. Eigenschaften der Mörtel- und Betonbestandteile.

a) Zement.

Gewicht für 1 Liter in kg		Spezifisches Gewicht des geglühten Zementpulvers	Glühverlust	Mahlungsfeinheit				
				Rückstand	auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm			
eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r			%	600	900	5000	—
1,199	1,906	3,118	3,37	Gesamt	—	0,0	10,0	—
				Zwischen je zwei Sieben	0,0	10,0	90,0	

b) Schlacke.

α) Gewichte und Mahlfeinheit.

Bezeichnung der Schlacke	Zustand	Gewicht für 1 Liter in kg		Mahlungsfeinheit				
				Rückstand	auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm			
		eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r	%	600	900	5000	—
A	getrocknet	1,322	1,835	Gesamt	—	0,0	36,0	—
	geglüht	1,306	1,841	Zwischen je zwei Sieben	0,0	36,0	64,0	
B	getrocknet	1,392	1,999	Gesamt	—	0,0	32,0	—
	geglüht	1,376	2,001	Zwischen je zwei Sieben	0,0	32,0	68,0	
C	getrocknet	1,398	1,913	Gesamt	—	0,0	38,0	—
	geglüht	1,361	1,916	Zwischen je zwei Sieben	0,0	38,0	62,0	
D	getrocknet	1,274	1,898	Gesamt	—	0,0	24,0	—
	geglüht	1,260	1,903	Zwischen je zwei Sieben	0,0	24,0	76,0	
E	getrocknet	1,309	1,943	Gesamt	—	0,0	24,0	—
	geglüht	1,295	1,944	Zwischen je zwei Sieben	0,0	24,0	76,0	
F	getrocknet	1,566	2,077	Gesamt	—	0,0	49,0	—
	geglüht	1,531	2,083	Zwischen je zwei Sieben	0,0	49,0	51,0	

β) Chemische Zusammensetzung.

Schlacke	A	B	C	D	E	F
Kieselsäure	25,70	34,02	30,22	28,14	35,34	28,59
Titansäure	1,00	0,78	0,91	0,28	1,02	1,09
Eisenoxydul	0,95	0,76	0,19	0,68	0,34	1,25
Eisenoxyd	fehlt	0,09	0,26	fehlt	fehlt	fehlt
Tonerde	9,73	16,23	22,51	13,51	10,55	16,08
Manganoxydul	fehlt	fehlt	0,30	fehlt	fehlt	0,58
Kalk	42,28	39,76	39,25	35,64	45,25	40,68
Schwefelcalcium	5,10	2,88	2,54	5,76	2,46	2,66
Magnesia	8,40	3,94	2,32	8,41	2,32	5,23
Kali	0,48	1,05	0,56	0,48	0,90	1,03
Natron	1,28	0,56	0,17	0,67	0,33	1,46
Schwefelsäure	0,43	0,03	0,03	0,31	0,07	0,17
Kohlensäure	1,60	0,12	0,29	1,90	0,44	0,52
Phosphorsäure	0,03	0,08	0,05	0,04	0,05	0,31
Kohlenstoff	0,39	0,07	0,04	0,12	0,26	fehlt
Wasser	2,72	0,12	0,12	3,96	0,31	0,28

c) Normalsand.

Ein Liter wog eingelaufen . . . . . 1,404 kg
eingerüttelt . . . . . 1,684 „

d) Mauersand.

Gewicht für 1 Liter in kg			Spezifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Undichtigkeitsgrad	Korngröße									
eingelaufen	eingerüttelt	eingefüllt (im 10-Litergefäß)				Rückstand	auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm								
R_f	R_r		s	$b = \frac{R_r}{s}$	$u = 1 - b$	%	—	1	4	9	20	60	120	324	900	—
1,539	1,821	1,575	2,653	0,69	0,31	Gesamt	—	0,0	0,2	0,4	0,7	1,0	3,0	13,0	41,0	—
						Zwischen je zwei Sieben	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	2,0	10,0	28,0	59,0	

Der Undichtigkeitsgrad, bezogen auf R_r und durch Ausmessung bestimmt, betrug: 0,30.

e) Steinschlag.

Ein Liter Steinschlag wog eingefüllt (im 10-Litergefäß bestimmt) 1,338 kg. Der Schotter bestand aus geschlagener Grauwacke in Stücken von 2,3—7 cm. Der Gehalt des eingefüllten Steinschlages an Hohlräumen (durch Ausmessung bestimmt) betrug 50,9 %.

2. Festigkeitsprüfungen.

a) Herstellung der Mischungen und Probekörper.

α) Mörtelmischungen.

Mischung 1a und b: Schlacke und Normalsand wurden in dem vorangegebenen Mischungsverhältnis zunächst trocken und nach Zusatz des zur Erlangung eines Mörtels von erdfeuchter Beschaffenheit erforderlichen Wassers nochmals fünf Minuten lang gemischt. Der notwendige Wasserzusatz betrug in allen Fällen 8,5 % vom Gewichte der trockenen Mischung.

β) Betonmischungen.

Mischung 2a: Zement und Schlacke wurden in dem vorgeschriebenen Mischungsverhältnis zunächst für sich und dann mit dem Sande trocken gemischt. Dieses Gemisch wurde nach Zusatz von Wasser zu einem erdfeuchten Mörtel verarbeitet. Der notwendige Wasserzusatz betrug 12,0 % vom Gewichte der trockenen Mischung.

Diesem Mörtel wurde der abgewogene Anteil Steinschlag, der vorher mit 0,7 % Wasser angefeuchtet war, zugesetzt und die ganze Mischung tüchtig durchgearbeitet.

Mischung 2b: Zement, Schlacke und Sand wurden in den vorgeschriebenen Anteilen abgewogen, gleichzeitig zusammengeschüttet und trocken gemischt.

Die weitere Verarbeitung erfolgte wie bei Mischung 2a.

Die Mörtel wurden in Zug- und Druckformen mit den normalen Abmessungen auf dem Hammerapparat (Bauart Böhme) unter Ausübung von 150 Schlägen eingeschlagen und der Beton schichtenweise in eiserne Formen von 20 cm Seitenlänge des Würfels eingestampft.

Die Probekörper erhärteten in der in den nachstehenden Tabellen 2 und 3 angegebenen Weise.

Die Raumgewichte der Probekörper sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Raumgewichte der Probekörper.

Mittel aus je fünf Versuchen.

Schlacke	1 Gewtl. gewöhnliche getrocknete und zementfein gemahlene Schlacke + 3 Gewtl. Normalsand	1 Gewtl. gemahlene und geglühte Schlacke + 3 Gewtl. Normalsand
	28 Tage alt	28 Tage alt
Zugproben		
A	2,289	2,289
B	Die Proben ließen sich ohne Beschädigung zu erleiden nicht wiegen.	
C	2,026	2,055
D	2,143	2,143
E	2,303	2,303
F	2,259	2,245
Druckproben		
A	2,180	2,175
B	Die Proben ließen sich ohne Beschädigung zu erleiden nicht wiegen.	
C	1,963	1,961
D	2,059	2,051
E	2,197	2,200
F	2,144	2,130

Zum Vergleich.

Mischung Gewtl.	Zugproben	Druckproben
	28 Tage alt	28 Tage alt
1 Zement + 3 Normalsand	2,376	2,268

Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen.

Tabelle 2. a) Mörtelmischungen.

Zugproben: (Normalform) Zerreißungsquerschnitt = 5 qcm.
Druckproben: (Würfel) mit 50 qcm gedrückter Fläche.
Alter der Proben: 28 Tage. Mittelwerte aus je 10 Versuchen.

Schlackensorte	A		B [1])	C [2])		D		E		F [2])	
Erhärtungsart	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser		—	An der Luft. Beim Einsetzen unter Wasser zerfielen die Proben		Wie bei C		3 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser		7 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	
Mittleres Raumgewicht g/ccm	Zug	Druck	—	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck
	kg/qcm			kg/qcm		kg/qcm		kg/qcm		kg/qcm	
	a: 2,289	a: 2,180		a: 2,026	a: 1,963	a: 2,143	a: 2,059	a: 2,303	a: 2,197	a: 2,259	a: 2,144
	b: 2,289	b: 2,175		b: 2,055	b: 1,961	b: 2,143	b: 2,051	b: 2,303	b: 2,200	b: 2,245	b: 2,130
a) 1 Gewtl. granulierte Schlacke, getrocknet und zementfein gemahlen + 3 Gewtl. Normalsand.											
Mittlere Festigkeit σ_B in kg/qcm	5,0	28,9	—	0,4	2,6	3,7	54,3	8,6	80,6	0,5	1,2
b) 1 Gewtl. granulierte Schlacke, zementfein gemahlen und geglüht + 3 Gewtl. Normalsand.											
Mittlere Festigkeit σ_B in kg/qcm	3,3	13,4	—	0,4	2,1	3,6	53,0	5,5	70,2	0,5	1,8

[1]) Die Proben mußten an der Luft lagern, da sie beim Einsetzen in Wasser zerfielen. Sie sandeten stark ab und waren zu Festigkeitsversuchen ungeeignet.

[2]) Die Proben sandeten stark ab.

Tabelle 3. β) Betonmischungen.

Druckproben:[1]) (Würfel) mit 400 qcm gedrückter Fläche. Die Körper erhärteten die ersten zwei Tage in der Form, die übrige Zeit unter Wasser. Mittelwerte aus je 5 Versuchen.

7 Tage alt		28 Tage alt		90 Tage alt	
Gewicht der Proben kg	Druckfestigkeit kg/qcm	Gewicht der Proben kg	Druckfestigkeit kg/qcm	Gewicht der Proben kg	Druckfestigkeit kg/qcm
I. 0,70 Gewtl. Zement + 0,30 Gewtl. Schlacke A (getrocknet und zementfein gemahlen) + 3 Gewtl. Sand + 6 Gewtl. Steinschlag (Zement und Schlacke vorher zusammengemischt).					
19,10	90	19,26	124	19,10	148
II. 0,70 Gewtl. Zement + 0,30 Gewtl. Schlacke A (getrocknet und zementfein gemahlen) + 3 Gewtl. Sand + 6 Gewtl. Steinschlag (Zement, Schlacke und Sand gleichzeitig gemischt).					
19,26	104	19,34	148	19,44	183

3. Schlußfolgerungen.

1. Die Tab. 2 beweist, daß die Schlacken A, E und F zwar schwach hydraulische Eigenschaften hatten, aber nur die Schlacke E in Mischung mit 3 Teilen Normalsand nennenswerte Festigkeiten erreichte, nachdem die Proben erst 3 Tage an der Luft gestanden hatten, bevor sie sich unter Wasser setzen ließen. Die Proben F mußten sogar 7 Tage an der Luft stehen und erreichten dann bei der Erhärtung unter Wasser nur sehr kleine Festigkeiten. Die Mörtelkörper aus den Schlacken B, C und D ließen sich überhaupt nicht unter Wasser bringen, die Proben aus der Schlacke B hielten nicht einmal an der Luft stand. Diese Schlacke war an sich als Bindemittel völlig ungeeignet.

Durch Glühen wurden die Eigenschaften der untersuchten Schlacken — als Bindemittel betrachtet — nicht verbessert, sondern verschlechtert.

Es ist nicht angängig, Schlackenmehle, wie die hier besprochenen, ob geglüht oder ob nicht geglüht, als „kalkarme Portlandzemente" zu bezeichnen, denn selbst vom kalkärmsten Portlandzement muß man eine bessere Erhärtungsfähigkeit verlangen, als sie die beste der geprüften Schlacken (E) erwiesen hat.

2. Die Versuche in Tab. 3 beweisen,

daß es mit Erfolg möglich war, die Hochofenschlacke, die zu Mörtel oder Beton als Zusatz verwendet werden soll, erst bei der Mörtelbereitung dem Mörtel oder Beton beizumischen, wie dies auf dem Bauplatze auch geschehen kann.

Hiernach würde es sich empfehlen, geeigneten Falles den wirtschaftlichen Vorteil der Zumischung des billigeren Schlackenmehles zum Portlandzement auf dem Bauplatze wahrzunehmen.

Bei den Versuchen war Schlacke und Zement nicht einmal längere Zeit vor der Herstellung der Körper zu der Versuchsreihe I (Tab. 3) gemischt. Trotzdem sind mit der gleichzeitigen Mischung von Zement, Schlacke und Sand kurz vor der Mörtelbereitung, also etwa so wie man auf dem Bauplatze verfahren wird, um 20 % höhere Festigkeiten erzielt worden, als bei vorheriger inniger Mischung von Schlackenmehl und Portlandzement. Es war aber anzunehmen, daß die Unterschiede noch größer geworden wären, wenn ein bereits

[1]) Die Druckbeanspruchung erfolgte senkrecht zur Stampfrichtung.

Tabelle 4. Einfluß des Ablagerns von Bindemitteln auf die Festigkeit der Mörtel aus ihnen.

Die Lagerzeiten beziehen sich auf den reinen Zement und auf die Mischungen von Zement bezw. Kalkpulver mit Schlackenmehl.

Mittelwerte aus je 10 Versuchen.

(Mischungen in Gewichtsteilen.)

Lagerzeit in Wochen	Mischung in Gewtl.	1 Zement + 3 Normalsand				1 Zement + 1 Schlacke + 6 Normalsand					1 Kalkpulver + 1 Schlacke + 6 Normalsand				
		Zugfestigkeit kg/qcm nach		Druckfestigkeit kg/qcm nach			Zugfestigkeit[1] kg/qcm nach		Druckfestigkeit[1] kg/qcm nach			Zugfestigkeit[2] kg/qcm nach		Druckfestigkeit[2] kg/qcm nach	
	Wasserzusatz %	7 Tagen	28 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	Wasserzusatz %	7 Tagen	28 Tagen	7 Tagen	28 Tagen	Wasserzusatz %	7 Tagen	28 Tagen	7 Tagen	28 Tagen
0	8,5	24,2	27,5	231	317	8,75	23,0	28,9	185	266	9,0	10,7	13,8	84	112
1	8,75	25,3	31,4	241	331	8,75	23,2	31,0	167	224	9,5	10,0	14,1	69	89
4	8,75	27,9	35,6	224	304	8,75	21,2	30,0	142	203	9,5	8,6	12,1	38	47
13	9,0	21,5	30,1	173	259	8,75	15,8	24,9	88	147	10,0	8,1	11,5	44	54

Tabelle 5. Einfluß des Ablagerns von Bindemitteln auf das Raumgewicht der Mörtel aus ihnen.

Mittelwerte aus je 5 Versuchen.

(Mischung in Gewichtsteilen.)

Lagerzeit in Wochen	1 Zement + 3 Normalsand				1 Zement + 1 Schlacke + 6 Normalsand				1 Kalkpulver + 1 Schlacke + 6 Normalsand			
	Zugproben		Druckproben		Zugproben[1]		Druckproben[1]		Zugproben[2]		Druckproben[2]	
	1 Tag alt	28 Tage alt	1 Tag alt	28 Tage alt	1 Tag alt	28 Tage alt	1 Tag alt	28 Tage alt	1 Tag alt	28 Tage alt	1 Tag alt	28 Tage alt
0	2,286	2,329	2,337	2,270	2,271	2,314	2,208	2,245	2,257	2,286	2,200	2,214
1	2,271	2,329	2,248	2,285	2,271	2,314	2,225	2,254	2,243	2,271	2,161	2,180
4	2,271	2,329	2,234	2,273	2,243	2,286	2,214	2,242	2,214	2,229	2,093	2,144
13	2,271	2,314	2,239	2,270	2,243	2,286	2,194	2,220	2,200	2,229	2,121	2,155

längere Zeit aufbewahrtes Gemisch von Zement und Schlacke gegenüber einem frisch bereiteten Gemisch verwendet worden wäre.

Hierüber und über einige andere Fragen sollten weitere Versuche Auskunft geben, welche von der Versuchsanstalt ohne Auftrag ausgeführt wurden und über welche nachstehend berichtet wird.

---

2. Versuchsgruppe.

Es ist bekannt, daß Hochofenschlacke, ja selbst Hüttenmehl, welches an sich keine oder nur sehr geringe Erhärtungsfähigkeit besitzt, scheinbar „tot" ist, durch ganz geringe Mengen Kalkhydrat „belebt", zu beträchtlicher Erhärtung gebracht werden kann. Deshalb wurde vermutet, daß das mit den Versuchen in Tab. 3 erzielte Ergebnis der Festigkeitssteigerung in der frischen Schlackenmischung auf eine schnell eintretende chemische Reaktion bei Berührung

[1]) Sämtliche Proben waren im Inneren blaugrün gefärbt.

[2]) „ „ „ „ „ hellblaugrün gefärbt.

Einfluß des Lagerns verschiedener Bindemittelmischungen auf die Festigkeit der daraus hergestellten Mörtel. (Tab. 4.)
Zugfestigkeit.

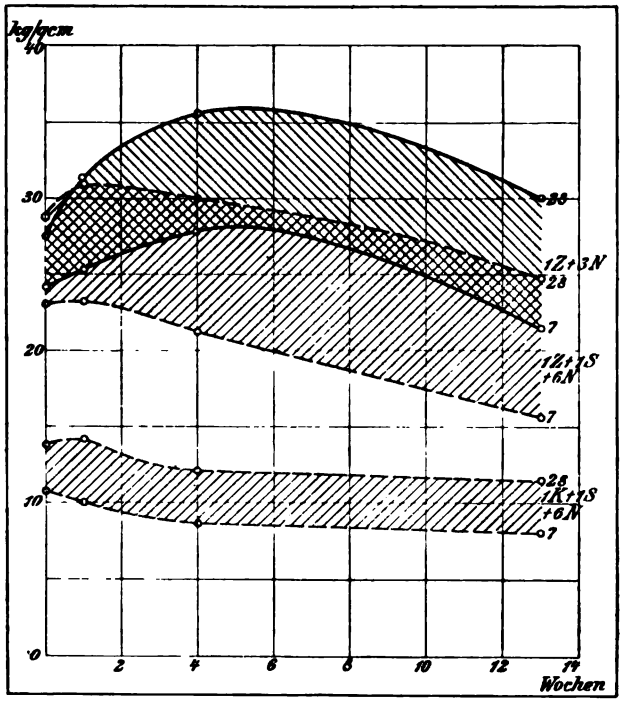


Fig. 1.

Einfluß des Lagerns verschiedener Bindemittelmischungen auf die Festigkeit der daraus hergestellten Mörtel. (Tab. 4.)
Druckfestigkeit.

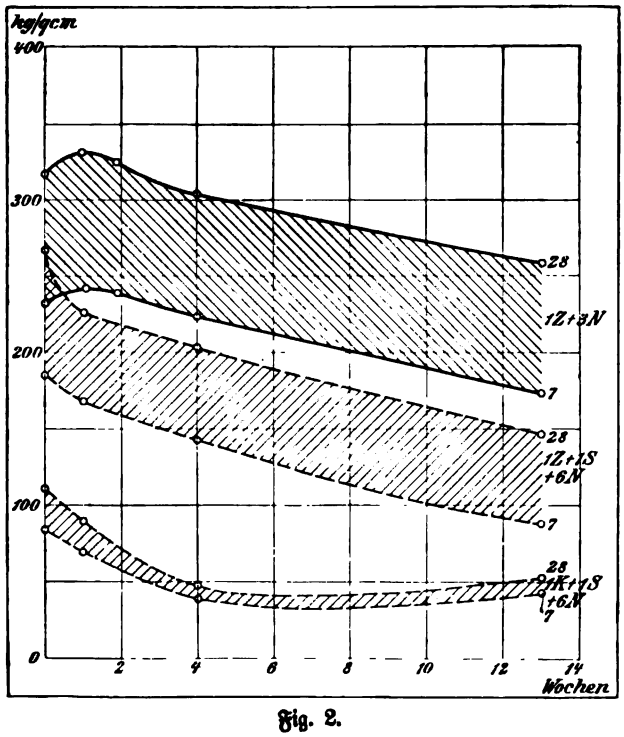


Fig. 2.

von Schlacke mit dem freien Kalk enthaltenden Portlandzement zurückzuführen sei, eine Einwirkung, die der Einleitung der Mörtelerhärtung zugute kommt, ihren Einfluß aber mit der Zeit verliert. Es ist ja bekannt, daß Puzzolan-Zemente, Mischungen aus Kalkhydrat und Schlacke, kein Lagern vertragen.

Ob auch Mischungen von Portlandzement mit Schlacke sich ähnlich verhalten, einen Teil ihrer Bindefähigkeit beim längeren Lagern verlieren, stand in Frage.

Aus einer norddeutschen Portland-Zementfabrik wurde demgemäß ein sehr kalkreicher Portlandzement (65—66 % CaO) bezogen, der auf Wunsch der Versuchsanstalt direkt aus dem Dietzschen Ofen heraus vermahlen und ohne jede Lagerung zum Versand gebracht wurde. Der Zement war raumbeständig (bestand die Kuchen-, Darr- und Kochprobe), langsam bindend und so fein gemahlen, daß er auf dem 900-Maschensieb nur 0,4 %, auf dem 5000-Maschensieb nur 10 % Rückstand hinterließ. $s = 3{,}2$; Glühverlust 0,85 %, $R_t = 1{,}170$, $R_r = 1{,}968$ kg. Ein Teil des Zementes wurde mit 8,5 % Wasser und 3 Gewichtsteilen Normalsand auf 1 Gewichtsteil Zement sogleich in der üblichen Weise zu Probekörpern verarbeitet, ein anderer Teil wurde mit gemahlener Hochofenschlacke im Verhältnis 1 : 1 innig vermischt und mit 6 Teilen Normalsand in gleicher Weise zur Herstellung von Probekörpern benutzt. Die verbleibenden Reste des reinen und des mit Hochofenschlacke vermischten Zementes

wurden für sich flach ausgebreitet gelagert und nach einer Woche, nach 4 Wochen und nach 13 Wochen wieder in gleicher Weise zur Herstellung von Probekörpern benutzt.

Die Hochofenschlacke war aus einer Eisen-Portland-Zementfabrik und zwar aus den zur Zementfabrikation bestimmten Vorräten amtlich entnommen. $R_f = 1{,}068$; $R_r = 1{,}693$ kg.

Neben diesen beiden Versuchsreihen wurde eine dritte Reihe unter Verwendung einer Mischung von frischem Kalkhydrat in Pulverform (8 % Rückstand auf dem 900-Maschensieb, 21 % auf dem 5000-Maschensieb) mit demselben Schlackenmehl ausgeführt.

Die Ergebnisse der 3 Versuchsreihen sind in Tab. 4 in ihren Mittelwerten einander gegenübergestellt. Tab. 5 enthält die mittleren Raumgewichte der Probekörper. Fig. 1 und 2 stellen die Veränderungen von Zug- und Druckfestigkeit der Mörtel nach längerem Lagern der Bindemittel dar. Als Abszissen sind die Lagerzeiten in Wochen, als Ordinaten die Festigkeiten eingetragen. Die beiden zusammengehörigen Kurven für die 7 und die 28 Tage alten Proben sind durch Schraffuren mit einander verbunden. Die ausgezogenen Linien beziehen sich auf den Mörtel aus 1 Gewichtsteil Portlandzement und 3 Gewichtsteilen Normalsand, die gestrichelten Linien auf die Mischung 1 Portlandzement, 1 Schlacke, 6 Normalsand und die punktierten auf die Mischung 1 Kalkhydrat, 1 Schlacke, 6 Normalsand.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen.

1. Der Vergleich der Festigkeitszahlen und der Verlauf der Kurven beweisen, wie die Betonprüfungen der ersten Versuchsreihe,

daß die Festigkeiten der Mischungen der Bindemittel mit Schlacke schnell abnehmen, wenn man das Gemisch längere Zeit lagern läßt.

Der schädliche Einfluß des Lagerns äußert sich in der Druckfestigkeit deutlicher als in der Zugfestigkeit. Während die Zugfestigkeit der Mischungen wenigstens in der ersten Woche der Lagerung noch zunimmt, beginnt sich die Druckfestigkeit sofort nach Herstellung der Mischung zu vermindern. Besonders deutlich zeigt sich dieser schädliche Einfluß der Lagerung bei der Mischung von Portlandzement mit Schlacke, weniger auffällig bei dem Kalk-Schlackengemisch.

Nach den gefundenen Ergebnissen erscheint es somit nicht nur nicht verwerflich, sondern sogar empfehlenswert, Mischungen mit Hochofenschlacke, wenn man solche verwenden will und verwenden kann, erst unmittelbar vor dem Gebrauch, auf dem Bauplatze, anzufertigen.

2. Etwas anderes Verhalten als der gemischte Zement zeigt der unvermischte Portlandzement, dessen Zugfestigkeit bis zu etwa sechs Wochen Lagerung, dessen Druckfestigkeit aber nur bis zu etwa einer Woche Lagerung zunimmt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß es sich um einen ganz frisch vermahlenen, und wenige Tage nach der Mahlung erstmalig geprüften Zement handelte.

Es wird notwendig sein, diese Verhältnisse durch weitere Prüfungen noch mehr aufzuklären.

3. Die Raumgewichte der einzelnen Probekörper, ob sie nach 1 Tag Luftlagerung oder nach 28 Tagen Wasserlagerung festgestellt wurden, laufen den Festigkeiten nicht parallel. Während aber die Raumgewichte der Körper aus 1 Zement + 3 Normalsand fast dieselben bleiben, wie lange auch der Zement vor Herstellung der Körper gelagert haben mag, nehmen die Raumgewichte der Körper aus den Schlackenmischungen mit längerem Lagern der Mischung ganz beträchtlich ab.

Die Ursache bleibt noch zu erforschen.

4. Bekanntmachung.

Die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt in Charlottenburg ist nach dem Neubau in Groß-Lichterfelde West verlegt worden.

Postadresse: Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt in Groß-Lichterfelde West 3.
Bahnadresse: Bahnhof Groß-Lichterfelde West.
Fernsprecher: Amt Groß-Lichterfelde Nr. 893 und 894.

Schnellste Erledigung aller Prüfungsaufträge kann nur zugesichert werden, wenn die Sendungen unter den oben angegebenen Adressen laufen. Aufschriften mit persönlicher Adresse, oder an die einzelnen Abteilungen gerichtet, sind zu vermeiden.

Groß-Lichterfelde West, den 29. Oktober 1903.

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.
A. Martens.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

Mitteilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XXI. Jahrgang. **1903.** Viertes Heft.

1. Versuche zur Ermittelung eines möglichst dichten Sandes aus Freienwalder Rohsand.

Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary.

Auf Beschluß der Normalsand-Kommission des Vereins Deutscher Portland-Zementfabrikanten vom 8. Mai 1903 wurden in Erledigung des der Kommission erteilten Auftrages zur Auffindung eines geeigneten gemischtkörnigen Normalsandes Versuche angestellt, um ihn aus Normalsand und den Abfällen der Normalsandfabrikation herzustellen. Von der Verwendung der gröbsten Körner (die auf 60 Maschen liegen bleiben) hierzu mußte abgesehen werden, da der Rohsand nur wenig Grobes liefert, die meisten der groben Körner sehr nahe an der Grenze des 60-Maschensiebes liegen[1]) und überdies die Verwendung zu grober Körner wegen der zu erwartenden ungünstigen Beeinflussung der Zugfestigkeitswerte bedenklich erschien. Zu den Versuchen wurde deshalb ausschließlich der durch das 120-Maschensieb fallende Sand benutzt.

Der als Abfallsand gelieferte Sand von Freienwalde, der dort das 120-Maschensieb passiert hat, enthielt beim Nachsieben noch 24,2 % Körner, die auf dem 120-Maschensiebe der Versuchsanstalt liegen blieben, also Normalsand. Diese wurden zunächst ausgehalten.

Das auf 600 Maschen liegen bleibende F (58,7 %) und das durch das 600-Maschensieb fallende FF + FFF = F_r (insgesamt 17,1 %), deren Litergewichte aus Tab. 1 ersichtlich sind, wurden zu nachstehenden Versuchen benutzt. Zwischen 600 und 900 Maschen blieben nur 1,6 % FF, also zu wenig, um als Zusatz zur Verdichtung des Normalsandes Verwendung finden zu können.

Da sich außerdem ergab, daß das feinste (durch 900 Maschen fallende) FFF nur sehr wenig tonige, abschlämmbare Bestandteile enthielt, wurde es zunächst im Gemisch mit FF im Urzustande benutzt.

$$\text{Normalsand } s = 2{,}643$$
$$R_r = 1{,}684$$
$$u_r = 0{,}363.$$

Der Normalsand enthält also 36,3 Raumprozent Hohlräume. Um diese mit F so weit als möglich zu füllen, würden, unter der Voraussetzung, daß alle Körner F in den Hohlräumen

[1]) Über den Einfluß der Korngrößen vergl. Martens: Betrachtungen über Zementmörtel und Beton. Mitt. aus den Königl. techn. Versuchsanstalten 1897 S. 92.

Tabelle 1. Litergewichte von drei Körnungen des Abfallsandes.

FF + FFF = F_f.

Sand	F	FF	FFF
	Zwischen den		durch das
	120- und 600-	600- und 900-	900-
	Maschensieben		Maschensieb
R_f	1,412 kg	1,332 kg	1,384 kg
u_f	0,47 kg	0,50 kg	0,48 kg
R_r	1,702 kg	zu wenig Material	1,692 kg
u_r	0,36 kg	—	0,36 kg

des möglichst dicht gelagerten — eingerüttelten — Normalsandes Platz finden, rund 36 Raumprozent F erforderlich sein.

Da R_r von F = 1,702 kg entsprechen diese 36 Raumprozent 0,618 kg F = 36,7 Gewichtsprozenten. Da nicht anzunehmen ist, daß beim Rütteln des Gemisches NF die Körner N sich in der größtmöglichen Dichte lagern ($R_r = 1{,}684$) und dann noch alle Körner F in den Hohlräumen N Platz finden, sondern daß vielmehr eine andere Art des Aufbaues stattfinden wird, sollte durch Versuch das dichteste Gemisch festgestellt werden, das sich praktisch durch Einrütteln noch erreichen läßt.

Demgemäß wurden dem Normalsande die in Tab. 2 überschriebenen Gewichtsprozente des Sandes F beigemischt und die in der Tabelle enthaltenen Litergewichte R_r gefunden.

Tabelle 2. Gemische N + F.

Versuch Nr.	100 N + 20 F	100 N + 30 F	100 N + 36 F	100 N + 40 F	100 N + 50 F	100 N + 60 F
	wog im Liter eingerüttelt					
	a	b	c	d	e	f
1	1,739	1,754	1,758	1,764	1,770	1,772
2	1,741	1,756	1,759	1,762	1,774	1,776
Mittel	1,740	1,755	1,759	1,763	1,772	1,774
u_r	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33

Durch Zusatz von etwa 50 % F würde also der Normalsand beträchtlich zu verdichten sein ($R_r = 1{,}772$ gegen 1,684).

Um nun nach Möglichkeit das in der Fabrik durch das 120-Maschensieb Fallende verwerten zu können, in dem wie oben erwähnt noch 24,2 % Normalsand sich befinden, wurden die Versuche mit dem Sande, der in der Fabrik durch das 120-Maschensieb gefallen und in der Versuchsanstalt auf dem 600-Maschensieb abgesiebt war und der mit F_1 bezeichnet sei, wiederholt, indem F_1 als Zusatz zu N benutzt wurde.

R_r von F_1 = 1,682, gegen 1,702 von F. F_1 also undichter als F.

Es ergaben sich die in Tab. 3 verzeichneten Gewichte.

Tabelle 3. **Gemische N + F_1.**

Versuch Nr.	100 N + 30 F_1 g	100 N + 36 F_1 h	100 N + 40 F_1 i	100 N + 50 F_1 k	100 N + 70 F_1 l
1	1,745	1,750	1,754	1,753	1,758
2	1,743	1,750	1,753	1,750	1,758
Mittel	1,744	1,750	1,754	1,752	1,758
u_r	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Zwischen den Mischungen i, k und l bestehen keine wesentlichen Gewichtsunterschiede. 50 Teile Zusatz F_1 ergaben — wie zu erwarten war — ein undichteres Haufwerk als 50 Teile Zusatz F, in dem die der Grenze des 120-Maschensiebes nahe liegenden Körner entfernt waren, und der Dichtigkeitsgrad dadurch erhöht. Da man in der Fabrik mit dem durch das 120-Maschensieb fallenden Korn rechnen muß, sollte weiter versucht werden, die Mischung k mit feinstem F_f zu verdichten.

Für die Mischung k ist $s = 2{,}643$

$R_r = 1{,}752$

$u = 0{,}337.$

Rund 34 Raumprozent F_f würden der Schätzung nach unter den vorher ausgesprochenen Voraussetzungen die Hohlräume füllen können. Versuche mit Zusatz von 25—80 Gewichtsprozenten F_f zu der Mischung k ergaben die Gewichte in Tab. 4.

Tabelle 4. **Gemische 100 N + 50 F_1 + x F_f (k + F_f).**

Versuch Nr.	100 k + 25 F_f m	100 k + 30 F_f n	100 k + 35 F_f o	100 k + 40 F_f p	100 k + 50 F_f q	100 k + 60 F_f r	100 k + 70 F_f s	100 k + 80 F_f t
1	1,868	1,877	1,898	1,906	1,916	1,913	1,907	1,900
2	1,875	1,881	1,902	1,912	1,918	1,909	1,908	1,898
Mittel	1,872	1,879	1,900	1,909	1,917	1,911	1,908	1,899
u_r	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

Hiernach würde unter den versuchten Mischungen etwa die Mischung q das höchste Raumgewicht erzielen.

Das spezifische Gewicht von (F_f) wurde besonders festgestellt auf $s_1 = 2{,}655$. Dieses Gewicht ist dem des Normalsandes sehr ähnlich, so daß das Gemisch mit dem spezifischen Gewicht $s_m = 2{,}65$ angenommen werden kann.

Der Undichtigkeitsgrad von q berechnet sich hiernach auf

$$u_q = 1 - \frac{1{,}917}{2{,}65} = 0{,}276.$$

Die Mischung q enthält

$$100\,k + 50\,F_f.$$

Von dieser Mischung, die gegenüber dem ursprünglichen Normalsand ($u = 0{,}363$) beträchtlich vorteilhafter (dichter) ist, wurde eine größere Menge (soweit der Vorrat reichte) zur Anstellung von Festigkeitsversuchen hergestellt, um zu ermitteln, ob die erzielte Verdichtung des Sandes erhebliche Verschiebungen der Festigkeiten mit sich bringt.

Gleichzeitig sollte erprobt werden, welcher Undichtigkeitsgrad sich erzielen ließ, wenn das mittlere Korn F_1 ferngehalten wurde.

Demnach wurden gemischt 100 N mit 30—80 F_f. Die Gewichte der Mischungen enthält Tab. 5.

Tabelle 5. **Gemische N + F_f.**

Versuch Nr.	100 N + 30 F_f A	100 N + 40 F_f B	100 N + 50 F_f C	100 N + 70 F_f E	100 N + 80 F_f F
1	1,880	1,914	1,929	1,929	1,934
2	1,878	1,920	1,933	1,933	1,928
Mittel	1,879	1,917	1,931	1,931	1,931
u_f	0,29	0,28	0,27	0,27	0,27

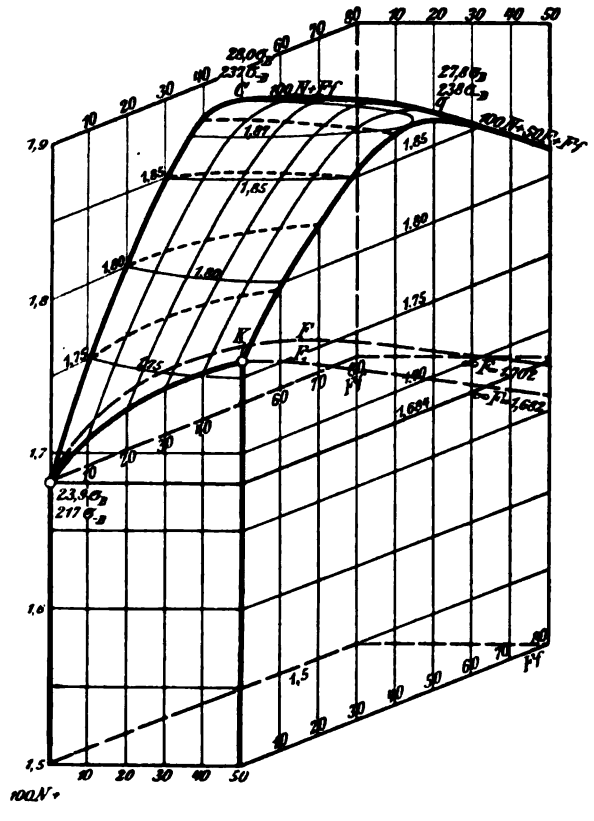


Fig. 1.

Die Zumischung von 50 Teilen F_1 (Mittelkorn) kann also entbehrt werden und der Zusatz von 50 F_f zu 100 N (Mischung C) würde genügen, um ein möglichst dichtes Sandskelett zu erzielen, dessen Undichtigkeitsgrad sich berechnet

$$u_c = 1 - \frac{1{,}931}{2{,}65} = 0{,}271.$$

Die gesetzmäßigen Änderungen in der Dichtigkeit mit wechselndem Korn sind aus Fig. 1 deutlich ersichtlich.

Auch von der Mischung C wurde eine größere Menge hergestellt und zu Festigkeitsproben benutzt, die leider nur in beschränktem Umfange ausgeführt werden konnten, da das Material nicht weit reichte.

In Tab. 6 sind die Festigkeitszahlen von Normalsand N ($u = 0{,}363$), der Mischung $q = 100\ k + 50\ F_f$ ($u = 0{,}276$) und der Mischung C = 100 N + 50 F_f ($u = 0{,}271$) einander gegenübergestellt. Tab. 7 enthält die Gegenüberstellung der Mittelwerte mit den Raumgewichten der Probekörper nach 1 und 28 Tagen.

Die höchsten Festigkeitswerte mit einem Zement, dessen Eigenschaften aus Tab. 8 hervorgehen, lieferte die Mischung C. Die Unterschiede gegenüber den Normalsandkörpern sind indessen so geringfügig, daß die Mühe, welche die fabrikmäßige Verwendung des feinen Sandes machen würde, nicht dadurch aufgehoben werden würde, falls man bei der Mischung 1 + 3 nach Gewichtsteilen für die Normalmörtel stehen bleibt.

Tabelle 6. **Festigkeit von Mörtelkörpern mit Normalsand verschiedener Körnung. Mischung 1 + 3.**

Mischung	N 1 Zement + 3 Normalsand		q 1 Zement + 3 Sand (100 k + 50 F_f)		C 1 Zement + 3 Sand (100 N + 50 F_f)	
Versuch Nr.	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
			Zugfestigkeit			
1	18,1	22,9	21,3	27,0	18,0	25,1
2	16,8	24,2	19,8	26,2	22,1	29,0
3	16,6	22,0	20,3	26,8	21,1	26,2
4	21,3	24,4	19,1	27,4	21,7	30,2
5	17,8	24,3	20,3	29,0	19,8	26,6
6	19,5	24,3	18,6	27,9	22,4	28,3
7	17,7	23,1	19,4	30,4	20,9	27,1
8	18,0	24,3	18,6	27,7	22,3	29,4
9	19,1	25,8	20,1	28,9	21,3	27,6
10	18,1	23,3	19,4	26,5	20,6	30,5
Mittel	**18,3**	**23,9**	**19,7**	**27,8**	**21,0**	**28,0**
			Druckfestigkeit			
1	7200	10250	8750	11600	8700	11800
2	7400	10850	8600	12200	8750	11650
3	7250	11000	8350	11900	8900	11450
4	7150	10750	8850	12150	9000	12250
5	7300	10950	8900	10800	8950	11900
6	7300	11300	8400	11900	8900	12050
7	7400	11000	8400	11950	9000	11600
8	7400	10950	8450	12850	8500	12200
9	7400	10600	8550	11300	8250	11700
10	7300	10900	8750	12100	8650	12100
Mittel	**7310**	**10855**	**8600**	**11875**	**8760**	**11870**
Mittlere Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	146,2	217,1	172,0	237,5	175,2	237,4

Tabelle 7. **Zug- und Druckfestigkeit von Normalsand und gemischtem Normalsand.** Verwendet ein Portlandzement (Tab. 8).

Mittelwerte aus je 10 Versuchen.

Alter der Proben	Zugfestigkeit kg/qcm			Druckfestigkeit kg/qcm			Verhältnis $\frac{\text{Druck}}{\text{Zug}}$		
	N	q	C	N	q	C	N	q	C
7 Tage	18,3	19,7	21,0	146	172	175	8,0	8,7	8,3
28 Tage	23,9	27,8	28,0	217	238	237	—	8,5	8,5
R 1	2,271	2,343	2,329	2,234	2,251	2,254	—	—	—
R 28	2,329	2,386	2,386	2,265	2,282	2,287	—	—	—

Wesentlich anders würde das Versuchsergebnis wahrscheinlich ausfallen, wenn man höhere Sandzusätze und Mischung nach Raumteilen für die Normenprüfung anwenden würde. Die dann Platz greifenden Verhältnisse sollen demnächst untersucht werden.

Tabelle 8. **Zementprüfung.**

Gewicht eines Liters		Spez. Gewicht	Glühverlust	Der Abbindeversuch ergab im Mittel:						
eingelaufen R_f	eingerüttelt R_r	s	%	Wärmeerhöhung C°	Abbindezeit Std.	Erhärtungsanfang Std.	bei	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Feuchtigkeit der Luft %
1,103	1,869	3,183	3,32	4,2	5 1/2	1 3/4	—	18,5	17,0	86

Siebrückstände

Siebe mit Maschen für 1 qcm	180	324	600	900	5000	
Gesamt-Rückstand auf den Sieben; Prozent	—	0,0	0,2	0,2	16,0	
Rückstand zwischen je zwei Sieben; Prozent	—	0,0	0,2	0,0	15,8	84,0

Aber auch wenn sich — wie zu erwarten ist — mit der Verwendung magererer Sandmischungen aus gemischtkörnigem Sande bessere und der Praxis mehr entsprechende Unterschiede zwischen den einzelnen Zementen finden lassen, stehen der Anwendung eines solchen, sehr feine Teile enthaltenden gemischtkörnigen Sandes doch sehr wesentliche Bedenken entgegen.

Diese sind hauptsächlich:

Schwierigkeit der Gewinnung genügend großer gleichbleibender Mengen des Sandfeinsten, Schwierigkeit der Kontrolle des Feinsten, Notwendigkeit der Versendung der beiden Körnungen getrennt von einander, Schwierigkeit gleichmäßiger Mischung beider sehr verschiedener Körnungen an der Verwendungsstelle, Möglichkeit der Entmischung bei der Verwendung u. a. m.

Bei dieser Sachlage erscheinen doch weitere Forschungen nötig, bevor man sich zu einem so weitgreifenden Schritte entschließt und das bisher seit Jahrzehnten angewendete und im großen und ganzen bewährte Verfahren verläßt.

---

2. Über das Durchscheinen der Schrift bei Normalpapieren.

Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Professor W. Herzberg.

Als die Versuchsanstalt mit der Bearbeitung des Materials wegen Abänderung der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" vom 17. November 1891 beschäftigt war, wurde sie vom Königlichen Staatsministerium aufgefordert, dem Durchscheinen der Schrift bei Normalpapieren ihre besondere Aufmerksamkeit zu schenken; es wurde darauf hingewiesen, daß Normalpapiere, selbst der ersten Klassen, die Schrift oft in störender Weise durchscheinen lassen und daß man bei der Neubearbeitung der „Vorschriften" tunlichst danach streben sollte, diesen Übelstand durch geeignete Festsetzungen zu beseitigen.

Die Versuchsanstalt erwiderte hierauf, daß nach ihren Erfahrungen die Normalpapiere im großen und ganzen gewöhnliche Schriftzüge nicht in störender Weise durchscheinen lassen; ungewöhnlich dicke Schrift scheine natürlich durch und störe dann beim Beschreiben der Rückseite. Es gäbe wohl Mittel und Wege, das Durchscheinen herabzumindern (Erhöhung des Einheitsgewichtes, Zusatz mineralischer Füllstoffe u. a.), es sei aber fraglich, ob sich diese Mittel durchweg würden anwenden lassen. Jedenfalls seien vor Abgabe eines abschließenden Berichtes die Papierfabrikanten zu der Frage zu hören.

An eine größere Anzahl von Papierfabriken wurde dann ein Rundschreiben mit der Bitte gerichtet, zu der aufgeworfenen Frage Stellung zu nehmen; diesem Ersuchen wurde von allen Befragten in entgegenkommendster Weise entsprochen, wofür die Versuchsanstalt auch noch an dieser Stelle ihren Dank ausspricht. Die eingegangenen Antworten sind nicht nur für die Berichterstattung der Versuchsanstalt von Wert gewesen, sie enthalten auch viele für den Papiermacher interessante und wertvolle Äußerungen; aus diesem Grunde sollen sie auszugsweise, unter Fortlassung aller Namen, hier mitgeteilt werden. Da in den Antworten vielfach auf das vorhin erwähnte Rundschreiben der Anstalt Bezug genommen worden ist, so erscheint zunächst dessen Wiedergabe erforderlich.

Rundschreiben der Versuchsanstalt.

Die vorgesetzte Behörde hat die Versuchsanstalt benachrichtigt, daß vielfach über das starke Durchscheinen der Schriftzüge bei Normalpapieren Klage geführt wird. Die Anstalt ist aufgefordert worden, bei den demnächst zu machenden Vorschlägen wegen Änderung der Papiernormalien tunlichst auch Vorschläge zu machen, welche den erwähnten Übelstand beseitigen. Das Durchscheinen läßt sich namentlich bei den Papieren der Klassen 1—2b, also bei den aus reinen Lumpen hergestellten Sorten, beobachten.

Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß Papiere ohne mineralische Zusätze, namentlich die aus leinenen Lumpen erzeugten, durchscheinender sind als Papiere mit mineralischen Beimengungen.

Dazu muß aber bemerkt werden, daß nach den Erfahrungen der Versuchsanstalt die Normalpapiere im großen und ganzen gewöhnliche Schriftzüge nicht in störender Weise durchscheinen lassen; ungewöhnlich dicke Schriftzüge scheinen naturgemäß durch und stören dann beim Beschreiben der zweiten Seite. Dies zu verhindern hätte man zwei Mittel.

Man kann einmal durch Erhöhung des Einheitsgewichtes, d. h. der Dicke des Papiers, das Durchscheinen nach Belieben herabmindern; damit wäre allerdings eine der Gewichtszunahme entsprechende Verteuerung des Papiers verbunden; die Gewichtserhöhung könnte auch unter Umständen zu einer Erhöhung des Portos führen.

Ein zweites Mittel wäre die Hinzufügung mineralischer Zusätze bei der Herstellung der oben genannten Papiere; diese Zusätze beseitigen, wie bekannt, das Durchscheinen des Papierblattes bis zu einem gewissen Grade; Bedenken gegen ihre Verwendung, soweit es sich um die Dauerhaftigkeit des Papiers handelt, liegen nicht vor. Will man das Hinzufügen mineralischer Zusätze zwecks Herabminderung des Durchscheinens gestatten, so müßten naturgemäß die jetzt für den Aschengehalt bei den Papieren 1—3b festgesetzten Grenzwerte geändert werden; um wieweit dies zweckmäßig zu geschehen hat, läßt sich ohne weiteres nicht aussagen.

Fraglich bleibt allerdings zunächst, inwieweit sich die Beseitigung des Durchscheinens durch Hinzufügen mineralischer Zusätze bei den Papieren der Klassen 1 und 2a in genügender Weise wird bewirken lassen, da die hohen Festigkeitswerte dieser Klassen beim Hinzufügen nennenswerter Mengen mineralischer Zusätze wohl nur schwer zu erreichen sein dürften.

Um ein möglichst umfangreiches Material zur Beantwortung der gestellten Frage zu gewinnen, hat sich die Versuchsanstalt in der vorliegenden Angelegenheit an zahlreiche Papierfabrikanten gewandt. Auch Sie werden im Interesse einer zweckmäßigen Lösung der Frage gebeten, sich eingehend und begründend äußern zu wollen.

Auszüge aus den auf das Rundschreiben eingegangenen Antworten.

Antwort 1. Bei den Normalpapieren aus reinen Lumpen müssen die Stoffe schmierig gemahlen werden, um die Festigkeitswerte zu erreichen. Dadurch wird das Papier durchscheinend. Wie Sie selbst bemerkt haben, ist die Erhöhung des Einheitsgewichtes oder der Zusatz mineralischer Füllstoffe das beste Mittel, das Durchscheinen zu verhindern. Um letzteres wirksam betätigen zu können, müßte von der hohen Weiße, welche von den Klassen 1 und 2a gewöhnlich verlangt wird, Abstand genommen werden. Man könnte dann die Hadern-

stoffe für diese Papiere schonender kochen und bleichen. Hierdurch würde die Faser mehr geschont werden, sodaß selbst nach Zusatz von mineralischen Füllstoffen die Festigkeitswerte noch erreicht werden können. Eine hohe Weiße ist dann allerdings nicht zu erzielen.

Antwort 2. Die von Ihnen vorgeschlagenen Wege sind auch nach unserer Meinung die einfachsten. Die Erhöhung des Einheitsgewichtes hat aber ihre Bedenken, weil die Gewichte der Normalpapiere an und für sich schon hoch sind und weitere Erhöhung nicht bloß die Arbeit und die Herstellung des Wasserzeichens, sondern auch die Erreichung der vorgeschriebenen Normalien erschwert. Der Zusatz von Mineralien ist nur möglich, wenn die hohen Festigkeitswerte in den Normalvorschriften wesentlich herabgesetzt werden, und um eine möglichste Deckung im Papier zu erreichen, müßte der Aschengehalt auf mindestens 10 %, wenn nicht mehr, erhöht werden. Hierdurch würde aber die Festigkeit und Dehnbarbeit des Papiers schwere Einbuße erleiden. Ob man auch dann noch einen vollen Erfolg erzielen würde, läßt sich im voraus nicht sagen. Hier müßten zunächst umfangreiche Versuche ausgeführt werden.

Wir erlauben uns aber noch auf einen Umstand zu verweisen, den auch Sie beim Vergleich von Normalpapieren älterer und neuerer Fertigung bestätigt finden werden und der unserer Meinung nach am meisten zur Entstehung der Klagen beigetragen haben wird. Das sind die nach und nach gesteigerten Anforderungen, die seitens der die Normalpapiere bester Qualität in der Hauptsache verwendenden Behörden, Beamten pp. wie auch Händler gemachten Ansprüche auf immer höhere Durchsicht, Weiße und Reinheit des Papiers. Diese letzten Eigenschaften sind nun bei mangelndem Erdezusatz einzig und allein durch höhere Bleiche der verwendeten Hadern zu erreichen und ohne wesentliche Schädigung der Faserstruktur nicht möglich, sodaß, um die Normalien zu erreichen, immer bessere und an und für sich festere Leinenhadern zur Verwendung kommen müssen. Hier ist vielleicht die Möglichkeit gegeben, durch Gestattung der Verwendung an und für sich schon mehr deckender, teilweise ungebleichter bezw. weniger scharf gebleichter Stoffe, unter Zurücksetzung der Ansprüche auf hohe Weiße, Durchsicht und Reinheit, ein möglichst wenig durchscheinendes Papier herzustellen.

Antwort 3. Wir sind mit Ihnen der Ansicht, daß die Normalpapiere 1—2b gewöhnliche Schriftzüge nicht in störender Weise durchscheinen lassen. Wir haben unsere Normalpapiere dieser Klassen nach dieser Richtung hin sorgfältig untersucht und erst bei sehr starken Schriftzügen ein vielleicht störendes Durchscheinen gefunden. Im übrigen würde der Erhöhung des Gewichts von Normal 2a auf 15 kg und von 2b auf 14 kg in papiertechnischer Hinsicht nichts im Wege stehen.

Antwort 4. Nach unserer Meinung ist das Durchscheinen der Schriftzüge bei Normalpapieren nur dann zu beseitigen oder herabzumindern, wenn man sich entschließt, diese Papiere entsprechend dicker zu nehmen oder aber bei ihrer Herstellung die Hinzufügung eines höheren Prozentsatzes mineralischer Füllstoffe als bisher zu gestatten.

Antwort 5. Das Hauptmittel zur Abstellung des Durchscheinens dürfte wohl, wie Sie selbst schon angeben, die Erhöhung des Einheitsgewichtes sein. Ein anderes Mittel würde die Verwendung von mehr baumwollenen Lumpen sein, da die Baumwollfaser bei weitem nicht so durchscheinend als die Leinenfaser ist. Dadurch würde aber die hohe Reißlänge der Klassen 1—2b schwer zu erreichen sein. Es müßten dann nur neue baumwollene Abschnitte verwendet werden, die das Papier teurer machen. Der Zusatz von mineralischen Bestandteilen, die wohl bis 8 % gestattet sein könnten, wird das Papier ebenfalls undurchsichtiger machen, aber die Reißlänge auch wiederum herabdrücken. Wenn der für die Reißlänge gestellte Spielraum von 10 % vielleicht bis auf 15 oder 20 % erweitert würde, ließe sich schon für die Undurchsichtigkeit etwas erreichen, ohne das Papier dicker zu machen oder den Preis zu erhöhen.

Antwort 6. Nach unserer Erfahrung ist bei Normalpapieren die Undurchsichtigkeit nur durch entsprechende Stoffmischung und akkurate Arbeit zu erreichen. Die Hinzufügung von mineralischen Zusätzen ist schon aus dem Grunde zu vermeiden, weil, wie Sie schon richtig bemerken, die Festigkeit des Papiers dadurch sehr be-

einträchtigt würde. Wir sind in der Lage, auch ohne Hinzufügung von mineralischen Füllstoffen undurchsichtige Normalpapiere zu erzeugen und es bedarf somit keiner Änderung der Vorschriften.

Antwort 7. Die von Ihnen erwähnten Mittel zur Vermeidung des Durchscheinens der Schriftzüge bei den besseren Normalpapieren werden wohl nur teilweise zum Ziele führen, da der Erdezusatz bei besseren Normalpapieren doch nur in ganz geringem Maße gestattet werden kann und daher ein großer Erfolg in dieser Hinsicht nicht zu erhoffen ist. Besseren Erfolg verspricht allerdings die Erhöhung des Einheitsgewichtes. Doch müßte unserer Meinung nach außer auf Erhöhung des Gewichtes bei der Fabrikation auch noch auf lang gemahlenen Stoff gesehen werden; es müßten ferner die Behörden, welche großen Wert darauf legen, daß die Papiere nicht durchscheinen, davon absehen, nur milchweiße Nuancen zu verlangen, vielmehr einen gelblichen Ton des Papiers wählen, sodaß der Fabrikant seinen Stoff nicht mehr übermäßig bleichen müßte. Hierbei würde außerdem dem Papier eine größere Dauerhaftigkeit verliehen werden. Das Längerlassen des Stoffes hat natürlich zur Folge, daß die Papiere weniger schön in der Durchsicht ausfallen und unter Umständen auch die verlangten Werte bezüglich Bruchdehnung schwer zu erreichen sind.

Antwort 8. Das Durchscheinen der besseren Normalpapiere ist auf die verlangte Stoffzusammensetzung und Festigkeit zurückzuführen. Sollen die Gewichte der einzelnen Sorten nicht erhöht werden, was ja wohl zum Ziele führen würde, so bleibt nach meiner Ansicht nichts weiter übrig, als die Ansprüche an die Festigkeit und den Widerstand gegen Zerknittern herabzusetzen. In diesem Falle würde der Fabrikant mehr Baumwollfasern als bisher dem Papier zusetzen können und diese machen das Papier weniger durchsichtig wie Leinenfaser oder gar ungetragene Leinenfaser, welche häufig bei den ersten Qualitäten mit zur Anwendung kommt. Die jetzt verlangte Festigkeit würde dann allerdings nicht mehr zu erreichen sein. Das Durchscheinen der Papiere würde natürlich auch durch einen größeren Zusatz Erde vermindert werden. Es müßte dann aber ebenso wie oben neben Gestattung eines größeren Aschengehaltes auch eine Herabsetzung der Festigkeit der in Frage kommenden Klassen vorgenommen werden. Nach meiner Ansicht würde ein Zusatz an Mineralien, bei dem sich ein Aschengehalt von erheblich weniger als 10 % ergibt, nicht den gewünschten Erfolg haben.

Antwort 9. Das Durchscheinen der Normalpapiere 1—2b ist nach unserer Ansicht ohne wesentliche Änderung der Normalbestimmungen nicht zu erreichen. Durch Gewichtserhöhung könnte der Übelstand wohl verringert, nicht aber beseitigt werden, abgesehen davon, daß bei Normal 1 das jetzige Gewicht kaum überschritten werden dürfte, wenn die Vorschriften noch erfüllt werden sollen; das zur Herstellung dieser Papiere erforderliche sehr feste Material gibt, in der zur Erlangung der vorgeschriebenen Festigkeit notwendigen Weise gemahlen, schon an und für sich ein Papier mit klarer Durchsicht, welches selbst bei einem höheren Gewicht doch immer noch durchscheinen wird. Würde man durch eine schlechtere, wolkige Durchsicht, vermöge anders geleiteter Arbeit auf der Papiermaschine, das Durchscheinen zu beseitigen trachten, so wäre die vorgeschriebene Festigkeit schwer mit Sicherheit zu erreichen; auch würde das Papier nicht unwesentlich im Aussehen verlieren. Mehr ist durch die Erhöhung des Aschengehaltes zu erreichen, doch würden dazu 5 % nicht genügen, sondern mindestens 10 % nötig sein. Ein so hoher mineralischer Zusatz erscheint jedoch bei den in Betracht kommenden Papieren, die doch größtenteils ihre Verwendung zu Dokumenten und wichtigen Akten finden sollen, entschieden unzulässig. Wir möchten daher empfehlen, von einem Versuche der Beseitigung des Durchscheinens durch etwaige Abschwächung der jetzigen Bestimmungen abzusehen.

Antwort 10. Wir müssen dringend davor warnen, den besseren Normalpapieren zur Vermeidung des Durchscheinens einen Zusatz an mineralischen Substanzen zu geben. Durch einen derartigen Zusatz werden die Papiere entschieden in der Qualität herabgesetzt, die Dauerhaftigkeit leidet darunter und es würde auch, wie in Ihrem Schreiben sehr richtig bemerkt, die Erreichung der hohen Festigkeitswerte bei Klasse 1—3a dadurch noch weiter sehr erschwert werden. Tatsächlich liegt aber auch kein zwingendes Bedürfnis vor, diesen Ausweg zu ergreifen, denn es ist sehr wohl möglich, sogar unter Beibehaltung der

jetzt bestehenden Vorschriften, Normalpapiere herzustellen, welche nicht durchscheinen. Bei unseren Normalpapieren ist hierüber noch nie geklagt worden und die in Ihrem Besitz befindlichen Proben werden Ihnen den Beweis liefern, daß sich das Durchscheinen schon bei den jetzigen Bestimmungen wohl vermeiden läßt. Wenn die Regierung wirklich etwas tun will, so möchten wir befürworten, die Gewichte um $^1/_2$—1 kg pro 1000 Bogen und zwar mit etwas Spielraum heraufzusetzen, also für Normal 1 15—15,5 kg, 2a 14,5—15, 2b und 3a 13,5—14 kg. Wenn die Regierung dann die Vorschrift erläßt, daß die Papiere nicht durchscheinen dürfen, so werden die Fabrikanten sich schon Mühe geben und lernen, die Papiere dementsprechend zu arbeiten, wie sie es überhaupt gelernt haben, Normalpapiere zu fabrizieren. Daß es möglich ist, Normalpapiere nicht durchscheinend zu liefern, beweisen ja unsere Fabrikate; die Regierung müßte dann aber nicht von denjenigen Fabriken, welche durchscheinende Papiere liefern, kaufen.

Antwort 11. Wir sind der Meinung, daß das starke Durchscheinen bei Normalpapieren durch Zusatz von mineralischen Füllstoffen, ohne zugleich auch das Einheitsgewicht zu erhöhen, nicht oder nur in ganz geringem Maße verhindert werden würde, denn, da ein Papier mit etwa 12—15 % Aschengehalt im Vergleich zu einem solchen mit nur 1—2 % dünner ist, würde das, was durch den Zusatz von Kaolin oder sonstigem Füllstoff auf der einen Seite gewonnen, auf der anderen infolge der verminderten Dicke wieder mehr oder weniger verloren gehen. Wenn bei einer Neuaufstellung der Papiernormalien trotzdem ein Füllstoffzusatz von etwa 10—12 % bei den Sorten, worin nur 3—5 % Asche zulässig, gestattet wird, so würden wir dies nur mit Freuden begrüßen. Ein Bedenken wegen der Dauerhaftigkeit der betreffenden Papiere liegt, wie Sie ja selbst bereits bekannt haben, nicht vor. Wir möchten sogar behaupten, daß ein Papier, welches im Vergleich zu einem anderen genau die gleichen Zahlen inbetreff Reißlänge, Dehnung usw. aufweist, aber einen höheren Aschengehalt hat, abgesehen von dem eleganteren Aussehen, qualitativ höher zu stellen ist als das mit geringerem Gehalt an Füllstoff.

Antwort 12. Die von Ihnen vorgeschlagenen Mittel zur Erreichung einer größeren Undurchsichtigkeit würden wohl den gewünschten Zweck erreichen, allein falls auf gleiche Festigkeitsklasse Wert gelegt wird, den Fabrikanten eine bedeutende Erschwerung der Herstellung dieses Papiers verursachen. Wenn die Undurchsichtigkeit durch Beifügen mineralischer Füllstoffe erreicht werden soll, so müßten unserer Ansicht nach mindestens 10 % derselben zugesetzt werden, um eine entsprechende Wirkung zu erzielen. Papiere mit einem derartigen Aschengehalt können aber wohl kaum eine Reißlänge bis zu 6000 m und 4,5 % Dehnung erlangen. Es müßten also für diesen Fall die Vorschriften für Festigkeit und Dehnung herabgesetzt werden.

Dem Vorschlag durch Erhöhung des Einheitsgewichtes das Durchscheinen zu verhüten, steht unserer Ansicht nach die Schwierigkeit entgegen, in solch dicken zähen Papieren ein immer ganz deutlich lesbares Wasserzeichen der betreffenden Firma herstellen zu können.

Das einzige weder für die Dauerhaftigkeit eintragtuende, noch die Schwierigkeit der Fabrikation erhöhende Mittel zur Undurchsichtigmachung wäre unserer Ansicht nach das Abtönen des Papiers in einer etwas gelblichen Färbung und die Verwendung von weniger stark gebleichten, feinen weißen, sondern etwas gröberen Lumpenstoffen. Es müßten jedoch dann die Ansprüche an große Reinheit vermindert werden.

Zum Schlusse möchten wir noch bemerken, daß auch nach unserer Meinung das Durchscheinen außer bei ganz außergewöhnlich groben Schriftzügen einen Übelstand nicht ergeben kann. Wir selbst haben nie eine Klage von unserer Kundschaft über diesen Punkt gehört.

Antwort 13. Vor allen Dingen muß ich Ihnen darin vollkommen beipflichten, daß die Normalpapiere im allgemeinen nicht so durchscheinend sind, daß sie normalen Ansprüchen nicht vollständig gerecht würden.

Soll aber auf ein geringeres Durchscheinen hingearbeitet werden, so erscheint mir die Zuteilung von mineralischen Zusätzen am wenigsten empfehlenswert. Nach meinen Erfahrungen nützen geringere Mengen solcher Zusätze nur sehr wenig zur Erreichung größerer Undurchsichtigkeit und größere Mengen dürften nicht in Fragen kommen, da sie die Festigkeitseigenschaften zu sehr herabdrücken würden.

Soll auf die jetzt geforderten Eigenschaften nicht verzichtet werden, so ist die Erhöhung des Gewichtes das einzige ohne weiteres zulässige Mittel zum Erreichen des gedachten Zweckes. Kann dagegen eine Verminderung der Festigkeitseigenschaften ins Auge gefaßt werden, so würde sich eine größere Undurchsichtigkeit durch Erhöhen des Prozentsatzes Baumwolle gegenüber dem verwendeten Leinen erreichen lassen.

Es würde hierbei zu berücksichtigen sein, daß durch eine solche Stoffmischung nicht ein so „schmierig" gemahlener Stoff erzielt werden kann als es bei Verwendung größerer Mengen leinener Lumpen möglich ist, und daß dadurch ganz besonders die Dehnung des Papiers leiden würde. Reißlänge und Widerstand gegen Zerknittern würden durch die größere Menge schwächerer Baumwollfasern natürlich auch zurückgehen.

Es kann also meines Erachtens eine größere Undurchsichtigkeit der Normalpapiere nur erreicht werden:

1. beim Bestehenlassen der jetzigen Festigkeitsvorschriften durch Erhöhung des Gewichts,
2. beim Bestehenlassen der Gewichtsvorschriften durch Verminderung der Ansprüche an die Festigkeit.

Antwort 14. Zunächst müssen wir Ihnen auf Ihre Anregung wegen Beseitigung des Durchscheinens von Normalpapieren der Klassen 1—2b bemerken, daß uns von seiten unserer Abnehmer noch keine Klagen wegen dieses Übelstandes zugegangen sind. Eine gewisse Garantie gegen zu bedeutendes Durchscheinen liegt ja schon in dem Umstand, daß diese Papiere zur Erreichung der vorgeschriebenen Reißlänge aus lang gemahlenem Stoff hergestellt werden müssen und infolge der dadurch bedingten wolkigen Beschaffenheit des Papiers die Schrift weniger durchscheinen lassen als dies sonst bei reinen Lumpenpapieren, die kürzer gemahlen sind, der Fall ist.

Die von Ihnen vorgeschlagenen Wege, das nach Behauptung Ihrer Behörde als lästig empfundene Durchscheinen zu vermeiden oder zu mildern, erscheinen uns aus den von Ihnen bereits angedeuteten Gründen nicht gangbar. Die Gewichtserhöhung müßte schon eine bedeutende sein, um einigermaßen eine Wirkung zu erzielen; mit einer Erhöhung z. B. von 15 auf 16 kg von Normal 1 und von 14 auf 15 bezw. 13 auf 14 kg für die beiden anderen Sorten wäre nicht viel erreicht; eine weitere Erhöhung erscheint aber wegen der Verteuerung des Produktes sowie des Portos wegen nicht tunlich, ganz abgesehen davon, daß diese lang gemahlenen Stoffe bei sehr starken Papieren sich schwer verarbeiten lassen.

Wenn Sie bei Besprechung des zweiten Punktes die Behauptung aufstellen, daß „Bedenken gegen die Verwendung mineralischer Bestandteile, soweit es sich um die Dauerhaftigkeit des Papiers handelt, nicht vorliegen," während Sie andererseits sagen, daß „die hohen Festigkeitswerte der Klassen 1 und 2a beim Hinzufügen nennenswerter Mengen mineralischer Füllstoffe wohl nur schwer zu erreichen sein dürften," so finden wir darin einen gewissen Widerspruch, denn gerade diese hohen Festigkeitswerte bedingen ja nach Meinung der Versuchsanstalt (deren starres Festhalten an den vorgeschriebenen Werten beweist dies zur Genüge) neben der Abwesenheit von Surrogaten mit die Dauerhaftigkeit des Papiers[1]). Ohne wesentliche Änderung der Normalbestimmungen und Gestattung größerer Mengen Füllstoff ließe sich nichts erreichen, und daß dies nur mit Beeinträchtigung der Qualität des Papiers im allgemeinen und der Dauerhaftigkeit im besonderen geschehen könnte, steht für den Fachmann außer Frage.

Nach unserem Dafürhalten ist es auch durchaus unrichtig, beim Hervortreten von Mißständen immer nur nach den Papierfabrikanten zu rufen und ihn allein für deren Beseitigung heranzuziehen. Die Papierindustrie hat mit Übernahme und Einhalten der zum Teil rigorosen Bestimmungen für Normalpapiere doch wahrlich ihre Pflicht getan und mit dazu beigetragen, die Qualitäten im allgemeinen zu heben und man sollte doch davon absehen, unmögliches zu verlangen.

Wie in Ihrem werten Schreiben ganz richtig gesagt ist, lassen die Normalpapiere gewöhnliche Schrift nicht durchscheinen, also möge man es dabei bewenden lassen und die Papiere mit Rücksicht

[1]) An diesen Festigkeitswerten soll auch festgehalten werden. Ob sie bei Zusatz von Füllstoffen in Mengen, die das Durchscheinen beeinflussen, noch erreicht werden können, muß die Erfahrung lehren. D. V.

auf ihre sonstigen wertvollen Eigenschaften, die nicht preisgegeben werden sollen, so behandeln, wie es ihre Natur gestattet und nicht aber durch dicke Schrift in einer Art und Weise mißhandeln, für die kein Fabrikant einstehen kann.

Sodann ließe sich vielleicht noch dadurch eine Besserung erzielen, daß die Benutzung von Tinten vorgeschrieben wird, die neben der nötigen Lichtbeständigkeit und Dauer nicht zuviel Säure enthalten, um zu tief ins Papier einzudringen und das Durchscheinen zu begünstigen; überhaupt dürfte es sich empfehlen, den Erzeugnissen der Tintenfabrikation auch etwas mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden und dieselben auch nach der Richtung zu untersuchen, wieweit sie geeignet sind, vermöge übermäßig scharfer Ingredienzen das Papier unnötig anzugreifen.

Dadurch wird ein großer Teil der Klagen fortfallen.

Antwort 15. Bisher sind uns Klagen von seiten der Behörden über Durchscheinen unserer Normalpapiere nicht vorgekommen, wobei wir allerdings bemerken müssen, daß wir Papiere der Festigkeitsklasse 1 nicht fertigen. Die Ursache des geringen Durchscheinens unserer Papiere ist unseres Erachtens darin zu suchen, daß wir die Papiere nicht aus zu klaren, sondern aus gutdeckenden Lumpenstoffen herstellen lassen. Die sehr festen Materialien, wie sie zur Anfertigung der Klassen 1 und 2 vielfach zur Verwendung kommen, sind für die Papierfabrikation nicht recht geeignet, da sie zu wenig decken, zu hart bezw. klar in der Faser sind und deshalb selbst mittelmäßig starke Schriftzüge zu leicht durchscheinen lassen. Derartige durch die Auswahl der Grundstoffe zu klar ausfallende Fabrikate, behalten auch diesen Charakter, ob nun das Papier etwas stärker, also schwerer im Gewicht gearbeitet wird oder ob ein mäßiger Zusatz an mineralischen Füllstoffen zugefügt. Eine Erhöhung der Gewichtsgrenze erscheint uns deshalb umsovielweniger notwendig, als die sämtlichen Normalpapiere genügend stark im Gewicht ausfallen und schon heute, besonders bei Normalpapier 2a und 3a[1], Klage geführt wird, daß die hier vorgesehenen Gewichte fast durchweg Erhöhung des Portos herbeiführen.

Wenn zu mineralischen Zusätzen die Zuflucht genommen werden soll, dann könnte ein solcher Zusatz, um die vorgeschriebenen Festigkeitswerte zu erlangen, doch nur ein sehr mäßiger sein. Dieser mäßige Zusatz derartiger Materialien würde aber auch bei der Auswahl zu klarer Grundstoffe ein Durchscheinen der Schriftzüge nicht verhindern können. Wie schon erwähnt, besitzen unsere Papiere den Mangel zu großen Durchscheinens nicht. Wo dies der Fall ist, müßten die Fabriken auf Mittel und Wege sinnen, für dieses Übel Abhilfe zu schaffen.

Antwort 16. Ich bin der Ansicht, daß ein gut aufgearbeiteter Stoff sich gut verfilzt und alsdann bei nicht zu starker Schrift nicht störend durchscheint. Ich halte die jetzt gebräuchliche Dicke für genügend. Leider wird aber dem Fabrikanten die sorgfältige Aufarbeitung durch den gestellten Preis unmöglich gemacht, weil bei den Vergebungen weitere Rücksicht auf Qualität nicht genommen wird. Ein Papier kann indessen wohl den Normalien entsprechen ohne den Ansprüchen zu genügen, die der Fachmann an ein zuverlässiges Papier stellt. Ich würde es für bedenklich halten, durch Zusatz von Erden den Begriff „surrogatfreies Papier" zu verwischen. Bei uns werden nur surrogatfreie Papiere hergestellt, die sich in der Festigkeit von 4000—7000 m Reißlänge bewegen und vorzugsweise zu Geschäftsbüchern Verwendung finden. Diese Papiere stelle ich ziemlich nach den Grundsätzen her, nach denen die Normalien aufgestellt sind, ich habe nach dem Erscheinen der Normalien meine Papiere denselben angepaßt. Berechtigte Klagen über Durchscheinen erhalte ich nicht, allerdings ist es richtig, daß reine Leinenpapiere, namentlich die dünnen für Schecks, Wechsel usw., umsomehr durchscheinen, je fester sie sein sollen, indessen trifft das bei Normal 1 für Grundbücher und bei Normal 2a nicht mehr zu. Ich halte daher eine Änderung der bestehenden Bestimmungen aus dem angeregten Grunde nicht für nötig.

Antwort 17. Klagen über das Durchscheinen der Schriftzüge bei meinen Normalpapieren sind mir bisher nicht unterbreitet worden. Immerhin ist es möglich, daß das Durchscheinen bei Papieren aus reinen Hadern auftritt. Der Hauptgrund dieser Erscheinung liegt in der vorgeschriebenen hohen Dehnung des Papiers. Um diese zu erreichen, ist es bei Verwendung tadellosester Lumpenstoffe vor allem nötig, den Stoff möglichst schmierig zu mahlen.

Dies bedingt wieder eine sehr lange Dauer des Mahlens im Holländer und dies ist der Grund für die erwähnte Transparenz.

Was die vorgeschlagenen Mittel zur Hebung des Übelstandes anbelangt, so rate ich von einer Erhöhung des Papiergewichts ab. Es verwenden viele Behörden außer dem Papierbogen auch Kuverts und dürfte dann trotz des jetzt gestatteten Gewichts von 20 g pro Brief Überporto und daraus Unzuträglichkeit entstehen.

Auch den Zusatz mineralischer Füllstoffe kann ich nicht empfehlen. Die Normalpapiere 1, 2a, 2b haben nun einmal den Vorzug surrogatfrei zu sein und es wäre in der Tat schade, sie durch Erdezusatz, z. B. bis zu 10 %, soviel müßte es doch sein um von Wirkung zu sein, qualitativ geringer zu machen, abgesehen davon, daß es bei einem so großen Aschengehalt fraglich sein dürfte, ob man die vorgeschriebenen Normalwerte erreicht. Das einzige Mittel hier helfend zu wirken, ist die Herabsetzung der hohen Dehnungsprozente. Geschieht dies, so hat man es spielend in der Hand, die oben genannten Hadernpapiere lang zu mahlen ohne so ängstlich auf die Dehnung sehen zu müssen. Die Reißlänge bleibt dieselbe und die Güte des Papiers leidet absolut nicht, während die Undurchsichtigkeit beliebig gestaltet werden kann. Das ist nach meiner Ansicht der einzig vernünftige Weg und das Resultat langjähriger praktischer Erfahrung.

Antwort 18. Ich habe versucht, durch nachträgliche Behandlung des fertigen Papiers den Übelstand des Durchscheinens zu beseitigen, aber ohne jeden Erfolg. Es bleibt meines Erachtens, um das Durchscheinen der Normalpapiere möglichst zu verringern, nichts andres übrig als möglichst große Mengen trüber Hadernsorten zu verwenden, wodurch freilich das gute Aussehen, mit dem besonders die besseren Normalsorten heute fast durchgängig ausgestattet sind, herabgemindert wird. Viele Fabriken haben die Verwendung bunter Hadern ganz aufgegeben und darin ist wohl ein Hauptgrund zu suchen, daß das Durchscheinen der Papiere sich allmählich gesteigert hat. Einen höheren Gehalt an mineralischen Füllstoffen möchte ich nicht befürworten, da dann die Erreichung der Normalien mit noch größerer Schwierigkeit verknüpft sein würde als es zur Zeit der Fall ist.

Antwort 19. Nach unserem Dafürhalten wäre eine kleine Besserung des Zustandes durch Erhöhung des Quadratmetergewichts zu erreichen. Erheblich würde diese Erhöhung nicht sein können, weil durch das Briefporto gewisse Grenzen gezogen sind und ferner die Papiere durch ihre zu große Dicke und Steifheit unhandlich werden würden. Ein Zusatz von mineralischen Füllstoffen (bis zu einem Aschengehalt bis zu 10 %) würde die Undurchsichtigkeit vermehren, aber auch die Erreichung der Normalvorschriften erschweren, sodaß diese wahrscheinlich um eine ganze Klasse zurückgesetzt werden müßten.

Die Hauptursache des Durchscheinens der besseren Normalpapiere ist darin zu suchen, daß zur Erreichung der hohen Festigkeit und Dehnung, ganz besonders aber des großen Widerstandes gegen Zerknittern, der Stoff in den Holländern lange Zeit sehr vorsichtig gemahlen bezw. geschlagen werden muß. Dadurch wird das Papier glasig. Man kann geradezu sagen, daß das Papier in der Regel den Anforderungen nicht genügt, wenn es nicht gelungen ist, den Stoff glasig zu mahlen.

Antwort 20. Wir empfehlen, einen Mineralgehalt von 6—12 % zuzulassen, um den angegebenen unbedeutenden Mängeln bei den Klassen 1—2b abzuhelfen. Selbstredend müßte ein Spielraum für den Aschengehalt vorbehalten werden.

Antwort 21. Wir haben eine Reihe von Versuchen angestellt, um Material für die Beantwortung der gestellten Fragen zu erhalten. Wir teilen Ihnen daher mit, daß wir zu der Überzeugung gekommen sind, daß es nur ein Mittel gibt, geringeres Durchscheinen bei den Papieren zu erreichen und zwar ein Zusatz von mineralischen Erden. Bei unseren Versuchen benutzten wir unsere gewöhnliche zu Normal 1 verwendete Stoffmischung. Wir setzten ihr soviel Erde zu, daß das Papier einen Aschengehalt von 10 % zeigte. Hierdurch ergab sich ein Rückgang der Festigkeit von 6000 auf 5000 m und der Dehnung von 5,5 auf 4,5 %. Das Papier war aber erheblich weniger durchscheinend als das ohne Erde gearbeitete. Letzteres zeigte eine um etwa 40 % größere Durchlässigkeit von Licht gegenüber dem beschwerten Papier. Durch

den Zusatz von Erde würde auch die Schreib- und Druckfähigkeit der Normalklassen 1—2 b verbessert werden. Wenn wir aber trotzdem von jeglichem Erdezusatz abraten, so geschieht dies, weil wir bei derartigen Urkunden- und Dokumentenpapieren die Haltbarkeit, bezw. Festigkeit in allererster Linie gewahrt wissen möchten und wir empfehlen aus diesem Grunde, die Vorschriften der Stoffzusammensetzung sowie der Reißlänge und Bruchdehnung wie bisher zu belassen.

Von einer Erhöhung des Einheitsgewichtes, d. h. der Dicke des Papiers, versprechen wir uns bezüglich des Durchscheinens keine erhebliche Verbesserung.

Antwort 22. Nicht alle Normalpapiere haben die Eigenschaft des Durchscheinens. Von gleicher Stoffzusammensetzung kann je nach der Bereitungsart das Papier durchscheinend oder nicht durchscheinend gefertigt werden. Das Durchscheinen ist eine der vielen Eigenschaften des Papiers, die der objektiven Beurteilung des sachkundigen Papierfabrikanten unterliegen, sich aber unter die subjektiven Merkmale der Normalien nur schwer einreihen lassen. Durch Beifügung von Baumwollfaser, Holzschliff oder mineralischen Stoffen wird das Durchscheinen zwar vermindert, die Eigenschaften der Normalien aber beeinträchtigt.

Antwort 23. In welchem Maße die Zuteilung von Füllstoffen wertvoll und ohne Schädigung der Festigkeit geschehen könnte, müßte erst durch Versuche festgelegt werden.

Antwort 24. Der Vorschlag, das Durchscheinen der Papiere durch mineralische Zusätze zu verhindern, wird allerdings zum Ziel führen, dadurch, daß die beizufügenden Mengen, wenn sie wirksam sein sollen, nicht gering sind, dürfte aber die Festigkeit herabgemindert werden. Ein anderes Mittel das Durchscheinen zu verhindern, ohne die Festigkeit zu beeinträchtigen, ist, daß man den Stoff gelblich färbt, durch Zusatz von gelbem Oker, dann durch Färben mit Ultramarinrot wieder eine möglichst weiße Farbe zu erzielen sucht. Aufsicht und Durchsicht werden dadurch allerdings herabgesetzt.

Antwort 25. Die Versuchsanstalt hat in ihrem Schreiben bereits diejenigen Mittel angeführt, welche bis jetzt bekannt sind, um dem Übelstand des Durchscheinens abzuhelfen, sie hat auch die Einflüsse richtig erwähnt, welche die Anwendung dieser Mittel auf die sonstige Qualität des Papiers im Gefolge hat. Man würde also meines Erachtens nur durch entsprechende Änderung der Papiernormalien den Übelstand beseitigen können. Erwähnen will ich noch, daß man meines Wissens auf chemischem Wege und zwar durch Verbindung resp. Niederschlagung von Salzen im Holländer Versuche gemacht hat, um bei dünnen Papieren das Durchscheinen zu verhüten, indessen wurde auch hier durch Beseitigung des kleinen Übelstandes ein anderer größerer hervorgerufen und die Papierqualität soll auf diese Weise so ungünstig beeinflußt worden sein, daß die Verarbeitung des Stoffes auf der Papiermaschine bereits Schwierigkeiten machte.

Wie die Auszüge zeigen, gehen die Ansichten der befragten Stellen über das Durchscheinen der Schrift und über die Mittel und Wege zur Beseitigung oder Milderung des Übelstandes sehr auseinander.

Die Frage, ob das Durchscheinen der Schrift bei Normalpapieren überhaupt ein allgemein verbreiteter Übelstand ist, haben zwei Fabriken durch ihre Ausführungen bejaht. Vier Fabriken beschränken sich auf die Beurteilung ihrer eigenen Papiere und erkennen die Berechtigung der angestellten Behauptung nicht an, fünf Fabriken bestreiten, daß ungewöhnliches Durchscheinen der Schriftzüge allgemein verbreitet ist, und 14 Fabriken haben sich zu der Frage nicht direkt geäußert.

Im großen und ganzen geht aber aus den Ausführungen hervor, daß sich die Erfahrung der Versuchsanstalt mit den Ansichten der Fabriken deckt, daß die Normalpapiere im allgemeinen gewöhnliche Schriftzüge nicht in störender Weise durchscheinen lassen. Es liegen somit für den gewöhnlichen Gebrauch keine zwingenden Gründe zur Aufstellung neuer Bedingungen zur Herabminderung des Durchscheinens vor.

Mit zunehmender Dicke der Schriftzüge wächst naturgemäß der Grad des Durchscheinens. Wenn man daher an manchen Stellen aus irgend welchen Gründen dauernd mit ungewöhnlichen Strichdicken zu rechnen hat, so erscheint der Wunsch berechtigt, auch für diese Zwecke Papiere zu besitzen, die den Anforderungen entsprechen; allerdings wird man dann solche Papiere teurer bezahlen müssen als die üblichen. In welcher Weise diese Papiere herzustellen wären, darüber gehen die Ansichten der befragten Fabrikanten, wie die Auszüge zeigen, sehr auseinander.

Verminderung des Durchscheinens durch geeignete Auswahl und zweckmäßige Verarbeitung der Rohstoffe.

Von vielen Seiten wird darauf hingewiesen, daß man durch geeignete Auswahl der Rohmaterialien und zweckentsprechende Verarbeitung sehr viel erreichen könne. Man sagt, daß in dieser Hinsicht noch mehr geleistet werden könnte, wenn die Behörden nicht so hohe Anforderungen an das Aussehen des Papiers stellen möchten. Würden sie in dieser Beziehung mit ihren Anforderungen zurückgehen, so ließe sich durch Verarbeitung weniger gebleichter Rohstoffe, durch langgemahlenen Stoff, Zusatz von Ocker usw., etwas erreichen.

Der Wunsch, die Ansprüche an das Äußere der Normalpapiere herabzusetzen, dürfte wohl bei sehr vielen Fabrikanten und Abnehmern auf Widerstand stoßen und mit Recht. Die Erzeugnisse zahlreicher Fabriken beweisen, daß es möglich ist, Papiere herzustellen, welche die Normalien erfüllen und außerdem allen an gute Schreibpapiere zu stellenden Anforderungen entsprechen, ganz besonders auch inbezug auf das Äußere.

Man würde der deutschen Papierindustrie keinen Gefallen erweisen, wenn man die Herabminderung des Aussehens der Normalpapiere befürworten wollte. Daß man an vereinzelten Stellen zeitweise noch nach dem Grundsatz arbeitet, bei Normalpapieren komme es nur darauf an, die Normalien zu erfüllen, ob sie äußerlich ansprechen, sei ohne Bedeutung, läßt sich nicht bestreiten, und dieser Umstand hat zu den, leider vielfach verallgemeinerten, harten Urteilen über die Normalpapiere geführt. Auswüchse in dieser Richtung sollte man soviel es angeht bekämpfen, sich durch sie aber nicht beunruhigen lassen. Zum Ruhme der deutschen Papierindustrie sei es gesagt, daß Stellungnahme der Versuchsanstalt gegen mangelhaft aussehende Normalpapiere nur in vereinzelten Fällen nötig war und daß Erzeugnisse, die sich durch Unreinheit und mangelhafte Arbeit besonders kennzeichnen, in letzter Zeit seltener geworden sind; ganz werden sie kaum verschwinden, denn es wird wohl immer Stellen geben, die beim Einkauf lediglich dem Grundsatze huldigen, so billig wie nur irgend möglich zu kaufen. Dieses Streben würde man zum Schaden der heimischen Papierindustrie fördern, wenn man den Wünschen Einzelner auf Herabsetzung der Ansprüche an das Äußere der Normalpapiere entgegenkommen wollte; man würde damit die Normalpapierfabrikation herabdrücken und hierzu würde die Versuchsanstalt die Hand nicht bieten. Wir dürfen zu unserer Papierfabrikation das Vertrauen haben, daß sie uns durch geeignete Auswahl der Rohstoffe und deren zweckmäßige Verarbeitung auch ohne Preisgabe von Anforderungen inbezug auf das Äußere mit Normalpapieren versorgt, die gerechtfertigten Ansprüchen hinsichtlich des Deckens der Schrift genügen. Diese Anschauung kommt auch in verschiedenen Zuschriften der befragten Stellen zum Ausdruck, und die Erzeugnisse zahlreicher Normalpapierfabrikanten beweisen, daß sie richtig ist.

Verminderung des Durchscheinens durch Herabsetzung der Festigkeitswerte.

Wenn die Ansprüche an Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern, so wird von einzelnen Stellen ausgeführt, herabgesetzt würden, dann wäre man wohl in der Lage, ein

deckenderes Papier als jetzt herzustellen; man könnte dann mehr baumwollene Lumpen verarbeiten und den Mahlprozeß anders gestalten.

Die Forderung, mit den Festigkeitseigenschaften der Papiere durchweg herunterzugehen, dürfte bei der großen Mehrzahl der Normalpapierfabrikanten ebenfalls auf ernsten Widerstand stoßen. Die Versuchsanstalt hat gelegentlich ihrer Umfrage über Abänderung der Papiernormalien aus den eingegangenen Antworten ersehen, daß die Mehrzahl der Fabriken den Standpunkt einnimmt, daß die jetzt verlangten Festigkeitswerte nicht herabgesetzt werden dürfen. In diesem Sinne hat sich auch der Verein deutscher Papierfabrikanten ausgesprochen, und diesen Standpunkt nimmt auch die Versuchsanstalt ein. Sie hat in ihrem Bericht an das Staatsministerium vorgeschlagen, die Bestimmungen für die Festigkeitsklassen, mit Ausnahme der Dehnung für Klasse 1 und 2, aufrecht zu erhalten. Die Klagen, daß bei den Papieren 1 und 2a die Dehnung sehr schwer zu erreichen sei, waren zahlreich und da bei Festhaltung an den Forderungen für Reißlänge und Widerstand gegen Zerknittern durch etwas geringere Dehnungswerte der Gebrauchswert der Papiere nicht beeinflußt wird, so hat die Versuchsanstalt für die Festigkeitsklasse 1 die mittlere Dehnung von 4 % (früher 4,5 %) und für die Festigkeitsklasse 2 die mittlere Dehnung von 3,5 % (früher 4 %) in Vorschlag gebracht. Betroffen von der Änderung werden also nur die Papiere der Verwendungsklassen 1 und 2a, bei denen wegen der sonst verlangten Eigenschaften jede Besorgnis, sie möchten durch die Herabsetzung der Dehnung minderwertiger werden, ausgeschlossen ist.

Verminderung des Durchscheinens durch Erhöhung des Einheitsgewichtes.

Die Frage der Verminderung des Durchscheinens durch Erhöhung des Einheitsgewichtes ist von sieben Befragten nicht erörtert worden.

Neun Fabrikanten sind der Ansicht, daß die Gewichtserhöhung ausführbar sei und auch zur Erreichung des erstrebten Zieles führen würde.

Nicht ganz so bedingungslos zustimmend verhalten sich drei Fabriken, die zwar auch Verminderung des Durchscheinens durch größere Dicke des Blattes erwarten, aber andererseits auch verschiedene Einwände gegen die Erhöhung des Gewichtes ins Feld führen.

In erster Linie wird darauf hingewiesen, daß bei größerer Dicke dem Papiermacher die Herstellung des Papiers wesentlich erschwert würde, daß insbesondere das Wasserzeichen undeutlicher werden müßte, und schließlich auch die verlangten Festigkeitseigenschaften schwerer zu erreichen seien.

Diese Einwände sind nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, aber daß es sich hierbei nicht um unüberwindliche Schwierigkeiten handelt, zeigen die Bestände der Versuchsanstalt an geprüften Papieren. Unter diesen befinden sich schon jetzt von den Klassen 1, 2a und 2b solche, die die vorgeschriebenen Gewichte zum Teil erheblich übersteigen, die aber trotzdem die Normalien erfüllen und ein lesbares Wasserzeichen zeigen. Vielleicht wird allerdings die Herstellung schwererer Fertigungen der Klassen 1—2b manchen Fabriken zunächst schwerfallen, aber sie werden diese Schwierigkeiten überwinden, wie dies schon an anderen Stellen der Normalpapierfabrikation der Fall war.

In zweiter Linie wird dann eingewendet, daß man bei der Erörterung dieser Frage auch Rücksicht auf die Portokosten zu nehmen habe und daher der Erhöhung des Gewichtes ziemlich enge Grenzen gezogen seien. Hierzu ist zunächst zu bemerken, daß inzwischen das Höchstgewicht für einfache Briefe von 15 g auf 20 g erhöht ist; die Gefahr der Gewichtsüberschreitung ist hierdurch erheblich vermindert worden. Die Stellen ferner, die Wünsche nach

weniger durchscheinendem Papier laut werden ließen, werden dieses vorzugsweise zu Berichten an die vorgesetzten Dienststellen verwenden, nicht aber im Verkehr mit dem Publikum. Die Bedenken wegen der Erhöhung der Portokosten dürften schwerlich ausschlaggebend sein.

Gegen die Erhöhung des Einheitsgewichtes sprechen sich sechs der befragten Fabrikanten aus. Von einer Stelle wird geltend gemacht, daß man durch Gewichtsvermehrung überhaupt keine erhebliche Verminderung des Durchscheinens der Schrift erzielen könne. Diese Behauptung, ohne Einschränkung ausgesprochen, geht natürlich zu weit. Mit zunehmender Dicke muß selbstverständlich der Grad des Durchscheinens abnehmen. Es wird sich immer nur fragen, wie weit man unter gebührender Berücksichtigung aller anderen hierher gehörenden Fragen gehen kann.

Die Einwände der übrigen fünf Fabrikanten decken sich mit bereits früher erwähnten, brauchen daher hier nicht besonders besprochen zu werden. Es wird auf die Schwierigkeit der Herstellung dickerer Papiere und die Erzeugung deutlicher Wasserzeichen verwiesen, auf die Gefahr der Gewichtsüberschreitung bei Briefen und auf die Verteuerung der Ware.

Der höhere Preis für dickere Papiere kann wohl nicht als Hindernis angesehen werden; wer solche Papiere benutzen will, wird sich auch klar darüber sein, daß er sie teurer bezahlen muß.

Verminderung des Durchscheinens durch mineralische Zusätze.

Drei der eingegangenen Antworten haben von der Erörterung der Frage über den Zusatz von anorganischen Füllstoffen Abstand genommen.

Fünf Fabriken halten den Zusatz für ein gutes und unbedenkliches Mittel zur Verminderung des Durchscheinens der Schrift, wobei aber von einer Seite gefordert wird, daß man erst durch Versuche nachweise, bis zu welchen Mengen man Füllstoffe ohne Gefährdung der jetzt geforderten Festigkeit zusetzen könne; acht weitere Fabriken sprechen sich auch mehr oder minder für die Verarbeitung mineralischer Zusätze aus, fordern aber gleichzeitig Herabsetzung der Festigkeitswerte, da diese durch die Füllstoffe herabgedrückt würden. — Wie schon früher erwähnt, kann die Versuchsanstalt Wünsche dieser Art nicht unterstützen.

Von einer Stelle wird Zusatz von Füllstoffen befürwortet unter gleichzeitiger Forderung der Erhöhung des Einheitsgewichtes; es wird darauf hingewiesen, daß ohne gleichzeitige Gewichtserhöhung der Erfolg nur gering sein würde, da bei gleichem Gewicht beschwerte Papiere dünner sind als unbeschwerte. Was durch die Füllstoffe somit gewonnen wäre, ginge durch geringere Dicke wieder verloren. — Diese Ausführungen sind wohl bis zu einem gewissen Grade als berechtigt anzuerkennen.

Eine Fabrik weist darauf hin, daß bei den für den Aschengehalt bestehenden Grenzwerten nur ganz geringe Mengen Füllstoffe zugesetzt werden könnten und daß diese naturgemäß nur wenig wirksam wären. — Hierzu ist zu bemerken, daß die Versuchsanstalt bei der Neubearbeitung der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" den Vorschlag gemacht hat, die für den Aschengehalt der Normalpapiere bisher gültigen Grenzen fallen zu lassen und dem Fabrikanten die Verwendung von mineralischen Füllstoffen freizugeben. Hiermit werden zugleich vielfach geäußerte Wünsche eines Teils der Papierindustrie erfüllt, die dahingehen, auch für die Papiere 1—2b zur Erzielung besseren Aussehens, besserer Schreibfähigkeit usw. die Verwendung geringer Mengen Füllstoffe zuzulassen.

Die Möglichkeit, das Durchscheinen der Schrift auch durch Zusatz von Füllstoffen herabzusetzen, ist somit gegeben, und die Erfahrung wird lehren, ob und in welchem Maße dies erreicht werden kann.

In dem über das Durchscheinen der Normalpapiere an die vorgesetzte Behörde erstatteten Bericht hat die Versuchsanstalt den Standpunkt vertreten, daß für die gewöhnlichen Fälle besondere Bestimmungen zur Verringerung des Durchscheinens nicht erforderlich sind. Die Papierindustrie ist, wie zahlreiche Erzeugnisse zeigen, sehr wohl in der Lage, im Rahmen der jetzigen Bestimmungen Papiere zu erzeugen, die berechtigten Anforderungen entsprechen. Wenn nun an vereinzelten Stellen Ansprüche gestellt werden, die das gewöhnliche Maß übersteigen, dann muß auch dem Papiermacher die Möglichkeit gegeben werden, Erzeugnisse herzustellen, die diesen Ansprüchen gerecht werden. Die Wege, welche hier zum Ziele führen, sind in den Antworten der befragten Stellen besprochen. Die Versuchsanstalt hat keinen derjenigen Vorschläge befürwortet, die eine Herabsetzung der Eigenschaften der Normalpapiere zur Voraussetzung haben, sei es nun in bezug auf das Aussehen, sei es hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften.

Zu der Frage der Erhöhung des Einheitsgewichtes hat sie empfohlen, es bei den jetzigen Gewichten zu belassen und in Ausnahmefällen, in denen Papiere der Klassen 1 und 2 für besondere Zwecke in hohem Maße undurchsichtig sein müssen, den Behörden die Berechtigung zu gewähren, schwerere Papiere zu verwenden. Als Grenze nach oben ist eine Gewichtserhöhung bis zu 25 % in Vorschlag gebracht worden.

Die Möglichkeit, bei der Herstellung solcher Papiere gleichzeitig Füllstoffe zu verarbeiten, ist wie schon einmal erwähnt, durch den Wegfall der bisherigen Einschränkungen für den Aschengehalt gegeben. Bei den hohen Festigkeitseigenschaften aber, die für die in Frage kommenden Papiere namentlich der Klassen 1 und 2a vorgesehen sind, wird der Papiermacher, wie auch in den besprochenen Ausführungen aus der Praxis vielfach hervorgehoben worden ist, von dieser Möglichkeit nur in bescheidenem Maße Gebrauch machen können.

---

3. Normalkalk.

Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary.

Von den Aufgaben, die dem Ausschusse VI des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik noch zu erledigen blieben, nachdem seine Vorschläge für einheitliche Verfahren, um die Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert zu prüfen, die Genehmigung des Verbandes gefunden haben[1]), steht an erster Stelle die Aufsuchung eines Normalkalkes. Dieser Normalkalk soll künftig zu den Traßprüfungen und eventuell zur Prüfung anderer Puzzolane, zu verlängertem Zementmörtel usw. benutzt werden. Von vornherein muß indessen bemerkt werden, daß der Normalkalk nicht als Maßstab für die Gütebemessung anderer Luftkalke dienen kann, weil der Normalkalk „normal" allein in bezug auf Reinheit, nicht aber auch in bezug auf Mörtelfestigkeit sein soll. Unreine Kalke werden als Kalkmörtel sehr häufig höhere Festigkeiten liefern, als „Normalkalk". Nach den früheren Beschlüssen des Ausschusses sollte „Normalkalk" ein möglichst reiner Fettkalk sein, der mindestens 95 % Kalkerde (CaO) und höchstens 1 % Magnesia enthält. Auf Anregung des Ausschusses VI sind in der Versuchs-

[1]) Mitteilungen 1901 S. 8 u. ff.

anstalt die von verschiedenen Seiten als reiner Kalk in Vorschlag gebrachten, in der Tabelle 1 aufgeführten zehn Kalksteinsorten der chemischen Analyse unterworfen worden.

Die beiden belgischen Proben 8 und 9 wurden von Kommerzienrat G. Herfeldt beschafft, die übrigen von den Steinbruchbesitzern direkt bezogen. Gleichzeitig wurden die Bruchbesitzer um Angabe gebeten, ob derartige Steine etwa waggonweise geliefert werden können und ob sie von der Lieferantin etwa selbst möglichst mit Gas, sodaß keine Verunreinigung beim Brennen eintritt, zur Gewinnung eines Normalkalkes für wissenschaftliche Untersuchungen gebrannt werden könnten. Besonders hervorgehoben wurde, daß bei dem Normalkalk gleichbleibende Reinheit und Gleichmäßigkeit Hauptbedingung ist, daß dagegen der Preis den für gewöhnlichen Kalk übersteigen darf.

Auf Grund dieses Schreibens haben sich die Lieferanten kurz wie folgt geäußert:

1. Rheinisch-Westfälische Kalkwerke zu Dornap:

Reine Kalksteine, wie die Muster, können waggonweise geliefert und auf Wunsch auch in Ringöfen jedoch nicht mit Gas sondern mit Kohle gebrannt werden.

2. Ludwig Kiepenheuer, Cöln:

Steine aus den besseren Lagen der Kalksteinbrüche in Bergisch-Gladbach können waggonweise geliefert werden, doch ist eine Anlage zum Brennen mit Gas nicht vorhanden. Der Preis für die Kalksteine stellt sich auf Mk. 40 per 10000 kg frei Bergisch-Gladbach.

3. Vereinigte Harzer Kalk-Industrie zu Elbingerode:

Die übersandten Kalksteinproben werden als die reinsten der Harzer Brüche angesehen und in begrenzten Mengen, auch waggonweise, geliefert. Einrichtung zum Brennen von Kalk zu Versuchszwecken in Gasöfen sind nicht vorhanden. Dagegen wird der Kalk in Ringöfen für chemische Zwecke äußerst vorteilhaft gebrannt.

4. Ritter von Hertbergsche Verwaltung, Reichenau, Nieder-Österreich:

Der Stein stammt von der Raxer-Alp. Die von der Verwaltung eingeschickten Proben stellen eine weiße und eine bläulichgraue Gattung dar. Beide werden als fester Fels gewonnen. Der blaugraue wird in Ringöfen und zwar mit Holz für Fabrikzwecke, mit Kohle für Bauzwecke gebrannt. 10000 kg kosten 120 Kronen ab Waggon Reichenau, 150 Kronen ab Waggon Wien. Gebrannt stellen sich die Preise auf 260 bezw. 290 Kronen.

5. Neue Walheimer Kalkwerke zu Walheim bei Aachen:

Die drei Brüche, aus denen die eingesandten Proben entnommen sind, weisen nach Angabe der Lieferantin durchweg gleiches Material auf. Ein Ofen mit Gasfeuerung steht nicht zur Verfügung. Der Kalk wird im Ringofen gebrannt.

6. Setzdorfer Kalkwerke zu Setzdorf (Österr. Schlesien):

Ein Ofen zum Brennen mit Gas ist nicht vorhanden, aber der Kalk kann in großer Reinheit geliefert werden.

7. Gebrüder Leube zu Ulm a. D.:

Von dem Kalk sind große Mengen zu haben. Er wird z. B. zerkleinert waggonweise für die Terrazzofabrikation versendet.

Dr. Leube hat selbst eine Analyse dieses Kalkes und des Kalkes Nr. 4 angestellt. Die Ergebnisse sind in die Tabelle 1, in Klammern gesetzt, eingetragen worden.

8. und 9. Über die beiden belgischen Kalke teilte Herfeldt folgendes mit:

Die besseren Kalksteinbrüche Belgiens befinden sich alle in der Nähe des Maasflusses, oberhalb Lüttich bis nach Namur.

Tabelle 1. Kalksteine, für Normal-

Die kleingedruckten Prozentzahlen beziehen sich auf die

Lfd. Nr.	Einsender	Spez. Gewicht	Raumgewicht	Dichtigkeitsgrad	Bruchflächenbeschaffenheit		
		im Mittel aus je					
		2 Versuchen	4 Versuchen		Gefüge	Bruch	Farbe
1	Rheinisch-Westfälische Kalkwerke zu Dornap	2,715	2,699	0,994	gleichförmig, dicht bis kristallinisch	scharfkantig, muschelig	schwarzgrau
2	Ludw. Kiepenheuer, Kalk- und Mörtelindustrie zu Cöln, Albertusstr. 38, aus dem eigenen Bruch in B. Gladbach	2,709	2,691	0,993	desgl.	desgl.	desgl.
3	Vereinigte Harzer Kalkindustrie zu Elbingerode i. Harz	2,713	2,696	0,994	desgl.	desgl.	grau
4a	Ritter von Hertbergsche Verwaltung der Domäne Reichenau zu Reichenau N.-Ö., gelblichweiß	2,703	2,700	0,999	gleichförmig, dicht	unregelmäßig, scharfkantig	gelblichweiß
4b	dieselben bläulichgrau	2,715	2,701	0,995	desgl.	scharfkantig, muschelig	bräunlichgrau
5	Neue Walheimer Kalkwerke A.-G. zu Walheim b. Aachen	2,703	2,699	0,999	dicht bis feinkörnig, mit weißen Kalkspatadern durchsetzt	desgl.	schwarzgrau
6	Zentr.-Verkaufsstelle der Setzdorfer Kalkwerke zu Setzdorf in Österr.-Schlesien	2,703	2,691	0,996	gleichförmig, feinkörnig, kristallinisch	unregelmäßig, scharfkantig	grau
7	Gebr. Leube zu Ulm a. D. Kalk von Herrlingen, Weißer Jura	2,703	2,646	0,979	gleichförmig, dicht mit Kalkspateinschlüssen	scharfkantig, muschelig	gelblichweiß
8	Société Anonyme des Carrières et Tours à Chaux de la Meuse à Liège	2,703	2,683	0,993	gleichförmig, dicht	desgl.	grauschwarz
9	Ancienne Firme Fallon-Thiery à Namur (aus dem Bruche bei Saint Nicolas)	2,709	2,695	0,995	desgl.	desgl.	grau

kalk zur Auswahl gestellt.

Substanz im wasser- und kohlensäurefreien Zustande.

Chemische Beschaffenheit						
Glühverlust %	Kieselsäure und Unlösliches %	Eisenoxyd, Tonerde usw. %	Ätzkalk %	Magnesia %	Schwefelsäureanhydrid %	Rest (Alkalien) usw. %
43,99	0,46	0,19	54,49	1,07	0,08	—
—	0,82	0,34	96,80	1,90	0,14	—
43,47	1,42	0,18	53,67	0,85	0,11	0,30
—	2,51	0,32	94,94	1,50	0,19	0,53
43,89	0,40	0,24	54,87	0,18	0,07	0,35
—	0,71	0,43	97,79	0,32	0,12	0,62
44,01	0,11	0,15	55,48	0,34	0,03	—
—	0,20	0,27	98,88	0,61	0,05	—
	(Spuren)	(Spuren)	(99,27)	(0,80)		
43,99	0,18	0,20	55,18	0,50	0,07	—
—	0,32	0,36	98,31	0,89	0,12	—
44,18	1,75	0,20	53,91	0,28	0,04	—
—	3,11	0,36	95,96	0,50	0,07	—
43,90	0,15	0,12	55,60	0,28	—	—
—	0,27	0,21	99,02	0,50	—	—
43,71	0,22	0,34	55,49	0,28	0,06	—
—	0,39	0,60	98,40	0,50	0,11	—
	(0,23)		(99,11)	(0,63)		
43,91	0,30	0,03	55,49	0,30	0,04	—
—	0,53	0,05	98,80	0,53	0,07	—
43,72	0,34	0,02	55,45	0,24	0,01	0,22
—	0,60	0,04	98,53	0,43	0,02	0,40

Sie beginnen bei Flemalle-Haut; ferner sind die Hauptorte: Engis, Engihaal, Ampsin, Huy, Hermalle, Moha, Namecke, St. Nikolas bei Namur.

Die schönsten Vorkommen liegen bei dem Orte Moha bei Statte und bei St. Nikolas bei Namur.

In Moha hat die „Société Anonyme des carrières et Fours à Chaux de la Meuse" drei Steinbrüche und sechs Kalköfen, die täglich 30—32 Doppelwagen Fettkalk liefern.

Dem größten dieser Brüche ist die Kalkprobe 8 entnommen. Das Vorkommen ist dort ein ganz gleichmäßiges, etwa 70 m hoch und 220 m lang erschlossen. In größere Tiefen ist man noch nicht gegangen, weil man jetzt die Steine noch mit ein wenig Gefälle zu den Kalköfen bringen kann.

Das Gestein, ein „Calcaire devonien" kein „Petit Granit" kommt in dicht übereinander liegenden Bänken von 3—5 m Mächtigkeit vor, die durch mit Lehm ausgefüllte, faustdicke Zwischenräume von einander getrennt sind. Diese sehr gleichmäßigen Steine werden zu Hausteinen und Schotter verbraucht, die Abfälle zum Kalkbrennen verwendet.

Die Gesellschaft liefert große Mengen Kalk für chemische Fabriken und sehr viel nach England, wobei ein Gehalt an reinem Kalk von mindestens 95 % garantiert werden muß.

Die Kalkprobe 9 ist von St. Nikolas bei Namur. Der Steinbruch gehört der Société Anonyme des carrières et Fours à chaux des Grands-Malades, Ancienne Firme Hy. Fallon Thiery à Namur. An der Strecke von Namur bis unterhalb St. Nikolas befinden sich an dem Maasabwärts sich hinziehenden Bergrücken viele Kalksteinbrüche. Die Steinbrüche dieser Gesellschaft aber sind an der Stelle, wo die Kalksteinfelsen sich am höchsten erheben.

Das Gestein ist bröckeliger, so daß keine Hausteine daraus angefertigt werden können. Hier und da kommen auch einzelne Einsprenglinge vor. Der Stein ist weicher, aber der Kalk hat ein schönes Aussehen.

Von mehreren Analysen dieses Kalkes, welche ihm vorgelegt wurden, führt Herfeldt zwei an, die mit am meisten von einander abweichen.

Kohlensäure, CO^2	1,10	2,17
Kieselsäure, SiO^2	0,50	0,40
Eisenoxyd Fe^2O^3 und Tonerde, Al^2O^3	0,36	0,48
Kalk, CaO	97,50	96,52
Magnesia, MgO	0,54	0,43
	100,00	100,00

Die Brenneinrichtungen in Belgien sind nicht so vollkommen, wie teilweise in Deutschland. Allgemein ist der offene, dauend betriebene Trichterofen in Gebrauch. In diesen Öfen kommt es zuweilen vor, daß Steine, die am äußersten Rande lagen, nicht gar gebrannt sind und aussortiert werden müssen; immer aber ist es leicht, für Normalkalk ganz gleiche, tadellos gebrannte Stücke zu nehmen.

Beide Kalke zu Teig gelöscht hinterließen nicht die geringsten Rückstände. Die genauen Ergebnisse der Löschversuche enthält Tabelle 2.

Steinstücke der verschiedenen Fundorte sind in der Versuchsanstalt analysiert und die Ergebnisse in der Tabelle 1 mit den Ergebnissen der Versuche auf spezifisches Gewicht, Raumgewicht und Dichtigkeitsgrad zusammengestellt.

Tabelle 2. **Herfeldt: Löschversuche mit zwei belgischen Kalken.**

Litergewicht für 1 Liter Stücke in Walnußgröße kg	Ablöschung zu Kalkteig					Abgelöschter Kalk	Bemerkungen über den Verlauf des Löschprozesses
	Wasserzusatz in Gramm	Beginn des Löschens nach Minuten	Dauer des Löschens nach Minuten	A. Ergiebigkeit von 1·565 kg Stückkalk: Liter / kg	Gehalt an steinigen Rückständen	Litergewicht des Kalkteiges kg	
Kalksorte 8 0,815 kg	3630 g	sofort nach dem Eintauchen der Stücke unter Wasser	10	3,650 / 4,750 = 2,33fache Ergiebigkeit	0 %	1,345	Zur Ablöschung wurde der schnelleren und vollkommeneren Beendigung wegen warmes Wasser von etwa 50 C° benutzt.
Kalksorte 9 0,747 kg	4000 g	½ Minute nachdem die Kalkstücke unter Wasser eingetaucht waren	12	B. Ergiebigkeit von 2·505 kg: Liter / kg: 5,780 / 7,140 = 2,30fache Ergiebigkeit	0 %	1,330	Der Löschprozeß der Kalksorte 8 vollzog sich bei mäßiger Wärmeentwicklung. Bei 9 war dieselbe indes sehr stark.

Alle geprüften Sorten zeigen große Reinheit. Die Unterschiede in den geprüften Eigenschaften sind nicht so groß, daß deshalb einer der Kalke nicht tauglich zum Normalkalk gewesen wäre.

Unter Berücksichtigung aller Umstände hat der Ausschuß VI des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in seiner Sitzung zu Rübeland i. Harz den Kalk Nr. 3 der Vereinigten Harzer Kalk-Industrie zu Elbingerode a. H. gewählt, wobei namentlich der Umstand entscheidend war, daß es sich hier um ein sehr großes und gleichmäßiges Kalkvorkommen handelt und daß in den genannten Werken auch Gelegenheit zum Brennen und Löschen des Kalkes vorhanden ist.

Die Aktien-Gesellschaft „Vereinigte Harzer Kalkindustrie" zu Elbingerode wurde im Jahre 1898 mit einem Kostenaufwande von 4500000 Mark ins Leben gerufen.

Die Gesellschaft besitzt vier größere Betriebsabteilungen und zwar die

Abteilung Garkenholz
„ Christinenklippe
„ Kleiner Stein
„ Mühlenthal

in den Gemarkungen Hüttenrode, Rübeland und Elbingerode belegen. Vorhanden sind drei dreiflügelige und zwei zweiflügelige Ringöfen, System Eckhardt, elf doppelte Etagenöfen, System Dietzsch und ein einfacher Schüttofen. Außerdem besitzt die Gesellschaft eine große Mühle zum Mahlen von Ätz- und Rohkalk. Das Gefälle des Bodebaches wird durch Turbinen in elektrische Energie umgesetzt, mit der Aufzüge, Pumpen, Bohranlagen, Mahlgänge, Transportanlagen usw. betrieben und die Werke beleuchtet werden.

Es werden folgende Produkte hergestellt:

1. Gebrannter Kalk in Stücken für Bauzwecke
2. Gebrannter Kalk in Stücken für chemische Zwecke
3. Gebrannter Kalk gemahlen
4. Abfallkalk für Düngezwecke
5. Abfallkalk gemahlen für Düngezwecke
6. Rohkalkstein in Stücken
7. Rohkalkstein gemahlen
8. Terrazzokörner.

Von vorgenannten Produkten werden jährlich etwa 200 Millionen kg zum Versand gebracht, davon fast 40 Millionen Ätzkalk für chemische Fabriken.

Zum Brennen und Vermahlen des Kalkes bezieht die Gesellschaft im Jahr etwa 35 Millionen kg westfälische Steinkohlen.

Das Grundeigentum der Gesellschaft beträgt etwa 185 Hektar. Der Kalksteinfelsen steht in 60 bis 80 Meter Höhe an und wird durch Absprengen mittels Dynamit gewonnen.

Die Anzahl der Beamten und Arbeiter schwankt zwischen 700 und 800, die hauptsächlich aus den umliegenden Harzorten stammen und durch Italiener, Kroaten und Galizier ergänzt werden.

Am 4. September 1903 hat eine Besichtigung des Werkes stattgefunden.

Der Steinbruch Christinenklippe, aus dem der Kalkstein für den Normalkalk gewonnen werden soll, weist ein mächtiges, sehr gleichmäßiges und reines Kalklager auf, dessen gesamte Massen für die Gewinnung reinsten Kalkes geeignet erscheinen. In dem unmittelbar benachbarten Ringofen werden bereits jetzt die besten Stücke für chemische Zwecke zu Ätzkalk gebrannt.

Nachdem der Direktor der Harzer Kalk-Industrie sich bereit erklärt hatte, die erforderlichen Einrichtungen zur Herstellung und zum Vertrieb von Normalkalk auf Kosten des Werkes zu treffen, hat die Kommission dem deutschen Verbande für die Materialprüfungen der Technik folgende Beschlüsse unterbreitet:

Beschlüsse, betr. Normalkalk.

(Angenommen in der Hauptversammlung des deutschen Verbandes zu Rübeland am 5. Sept. 1903.)

Der Kalkstein des Bruches Christinenklippe zu Rübeland der Vereinigten Harzer Kalkindustrie zu Elbingerode soll als Rohmaterial für die Herstellung von Normalkalk dienen.

Große, möglichst reine Stücke dieses Kalksteins werden im Ringofen zu Rübeland im Großbetriebe gebrannt. Von den gebrannten Stücken werden wiederum die reinsten ausgesucht, von allen etwa anhaftenden Verunreinigungen, Krebsen, Schlacken usw. befreit und abgelöscht.

Beim Löschen wird Sorge getragen, daß das Löschwasser über dem Kalk einige Zeit steht und daß von der Kalkmilch nur die obersten $^3/_4$ in die Grube abgelassen werden, so daß die schwerer löschenden Teile in der Pfanne zurückgelassen werden.

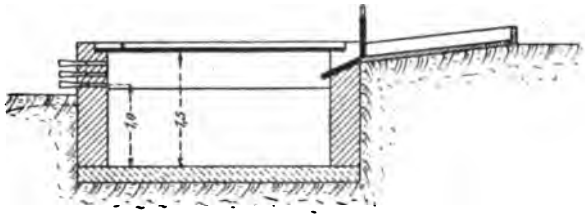
Die Kalkmilch wird in eine zweiteilig gemauerte Grube abgelassen, von der die eine Hälfte stets gefüllt und verschlossen gehalten wird, während aus der anderen Hälfte der Normalkalk in luftdicht verschlossenen Gefäßen von zwei noch näher zu bestimmenden Größen in den Handel kommt.

Den Vertrieb des Normalkalks übernimmt das chemische Laboratorium für Tonindustrie Berlin N. W. Kruppstr. 6.

Es wird angestrebt, die Kontrolle der Fabrikation des Normalkalkes einer amtlichen Stelle in ähnlicher Weise zu übertragen, wie dies mit dem preußischen Normalsand bereits geschehen ist.

Von der Feststellung von Fehlergrenzen wird einstweilen abgesehen, bis die Erfahrung gelehrt hat, mit welcher Gleichmäßigkeit sich der Normal-Kalk im großen herstellen läßt.

Im Verfolg des Beschlusses im vorletzten Absatz hat sich der Verband durch den Ausschuß mit der Versuchsanstalt in Verbindung gesetzt und diese hat von dem vorgesetzten Ministerium mit Erlaß vom 19. Dezember 1903 U. I. T. Nr. 23701 die Genehmigung zur Übernahme der Kontrolle des Normalkalkes erhalten, die in gleichem Sinne, wie dies bereits früher in bezug auf den Freienwalder Normalsand geschehen ist, ausgeübt werden soll.



Demgemäß hat sich die Versuchsanstalt an die Vereinigte Harzer Kalk-Industrie gewendet, deren Direktor Klein bereitwilligst nach den Vorschlägen der Anstalt die erforderlichen Vorkehrungen getroffen und Löschbank und Löschgruben (Fig. 1) ausschließlich zur Herstellung des Normalkalkes erbaut hat.

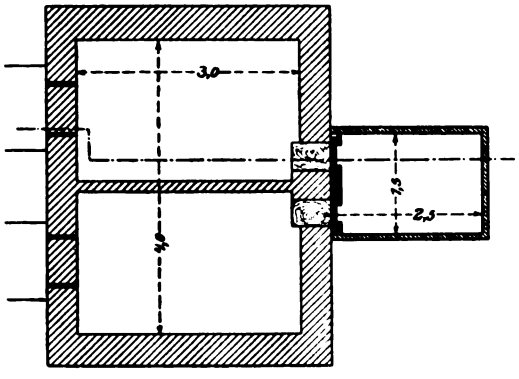


Fig. 1.

Am 15. Januar 1904 sind im Beisein des Berichterstatters erstmalig 4 cbm Kalkbrei eingelöscht; die Grube ist unter Plombenverschluß gelegt worden.

Bei der Auswahl der Ätzkalkstücke und beim Ablöschen wurde wie folgt verfahren:

Aus einem dreiflügligen Ringofen, Bauart Eckardt, wurden — und zwar aus drei Kammern gleichzeitig — die reinsten Stücke herausgebracht, zunächst im Groben von anhaftenden Krebsen und Schlacken befreit und bei dem Transport zur Löschbank einzeln, wie es der Fortgang der Löscharbeit bedingte, nochmals mittels des Maurerhammers von anhaftenden Schmutz- und Schlackenstückchen gereinigt. Vor dem Einlegen in die Pfanne wurde jedes Stück nochmals auf Reinheit besichtigt und im Zweifelsfalle zurückgelassen. Nach dem Zerfallen des Kalkes in der Löschpfanne wurde der Brei tüchtig gerührt und jedesmal etwa $^2/_3$ des Inhalts der Löschpfanne abgelassen, nachdem der Rückstand

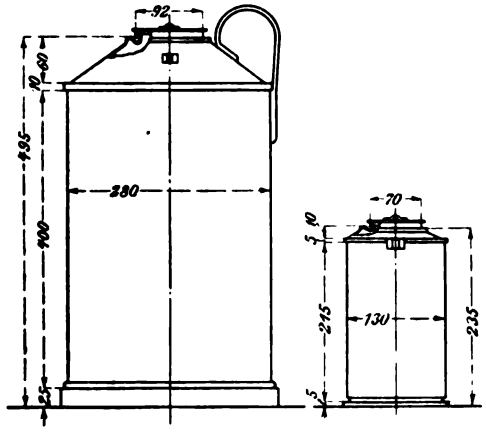


Fig. 2.

zurückgekrückt worden war. Vor der Ausflußöffnung der Löschpfanne befand sich ein Sieb mit etwa 4 mm Maschenweite. (Später soll noch ein feineres Sieb dahinter gesetzt werden.)

Der Kalk soll in der Grube mehrere Monate lagern und dann in Blechkannen, deren Form und Abmessungen aus Fig. 2 ersichtlich sind, abgefüllt, plombiert und unter der Plombe der Versuchsanstalt in den Handel gebracht werden.

Er ist durch das Chemische Laboratorium für Industrie, Berlin N. W. Kruppstraße 6, zu beziehen.

Über die Erfahrungen, die mit dem Kalk gesammelt werden, wird s. Z. gesondert berichtet.

---

4. Mitteilungen aus fremden Zeitschriften.

Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung.

1. Ein neues Verfahren zur Ermittelung der Zugfestigkeit von Portland-Zement.

(Nach einer Abhandlung in der Zeitschrift „The Engineering Record" Jahrgang 1903 Nr. 20 Seite 602.)

Ingenieur Artur N. Johnson in Baltimore hat ein einfaches und anscheinend auch zuverlässiges Verfahren zur Ermittelung der Zugfestigkeit von Zement und Zementmörtel ersonnen.

Dieses Verfahren unterscheidet sich wesentlich von dem z. Z. üblichen. Bei ihm sollen die unkontrollierbaren Nebenspannungen, denen die Probekörper bei dem jetzt gebräuchlichen Verfahren infolge ihrer Gestalt und der Wirkung der Einspannungen unterworfen sind, vermieden werden. Ein Zementring von rechteckigem Querschnitt wird durch einen Gummischlauch auf inneren Druck beansprucht.

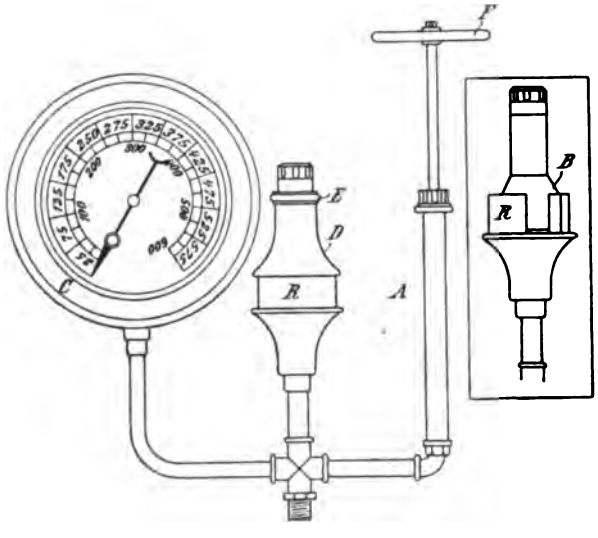


Fig. 1.

Der Apparat besteht aus drei Teilen (Fig. 1), der Presse A mit Schraubenantrieb, dem Gummischlauch B und dem Manometer C.

Durch den mittels der Schraube F in A fein regelbaren Wasserdruck wird der Gummischlauch aufgetrieben und sprengt den Zementring R unter dem vom Manometer angegebenen Wasserdruck. Um unnötige Ausdehnung des Gummiringes außerhalb der Probe zu hindern, ist die Haube D mittels der Schraube E befestigt.

Ringe von gleichen Abmessungen werden unter gleichen Bedingungen der Druckwirkung unterworfen und der Unterschied in den Pressungen, bei denen der Bruch von Probekörpern verschiedener Zusammensetzung erfolgt, gibt die Widerstandsfähigkeit dieser Ringe gegen inneren Druck an.

Um möglichst genaue Annäherungswerte für die größte Zugfestigkeit der Zementringe zu erlangen, sind möglichst dünne Ringe zu verwenden. Da aber die Ringe doch so dick sein müssen, daß sie gewöhnlicher Handhabung zu widerstehen vermögen, schlägt der Erfinder vor, die Ringe mittels einer Säge parallel zur Achse von außen nach innen einzuschneiden, bis ein im Verhältnis zum inneren Halbmesser nur kleiner Teil des Querschnittes bestehen bleibt.

Gegen dieses Verfahren wäre vielleicht bei Probekörpern aus reinem Zement nichts einzuwenden; umsomehr jedoch bei solchen mit Sandzusatz. Abgesehen davon, daß bei Probekörpern, in denen das Zuschlagmaterial mehr oder minder grobe Körner enthält, das Einschneiden mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist und zu großen Fehlerquellen (infolge der Erschütterung beim Sägen, Lockern des Zusammenhanges) führen kann, ist diese Art der Probenbehandlung umständlich und zeitraubend.

Zur Erlangung vergleichbarer Ergebnisse müssen Ringe gleicher Größe angewendet werden.

Das vorgeschlagene Verfahren erscheint einfach. Zunächst würden jedoch die Zuverlässigkeit des Apparates und die Genauigkeit der gefundenen Werte festzustellen sein.

2. Die Ermüdung[1]) von Zementproben[2]).

Unter Leitung des Professors für Bauingenieurwesen an der Washington Universität in St. Louis, J. L. Van Ornum, werden zur Zeit Versuche vorgenommen, um das Verhalten verschiedener Portland-Zement-Mischungen unter wiederholter Belastung, die (50—90%) unter der eigentlichen Bruchlast liegt, zu ermitteln. Trotzdem die Versuche erst vor kurzem in Angriff genommen worden sind, hält genannter Forscher diese Frage für so bedeutungsvoll, daß er den Zeitpunkt jetzt schon für gekommen erachtet, Mitteilungen über die bisher gewonnenen Ergebnisse zu machen.

Einige Eigentümlichkeiten, die bei Vornahme von Versuchen mit Betonmischungen beobachtet wurden, führten zu der Schlußfolgerung, daß Baumaterialien von spröder Beschaffenheit, wie Bruchsteine, Ziegelsteine, Mörtel- und Betonarten usw. die Eigenschaft allmählich fortschreitender Zerstörung besitzen, die schließlich unter wiederholter Einwirkung einer zur Herbeiführung des Bruches nicht ausreichenden Last eintrat. Die Ähnlichkeit mit den vor etwa 40 Jahren durch die Wöhlerschen Versuche bewiesenen gleichartigen Eigenschaften des Eisens fällt sofort in die Augen.

Vorgenommen wurden bisher nur Druckfestigkeitsversuche mit vier Wochen alten aus amerikanischem Portland-Zement gefertigten zylindrischen Probekörpern von 5 cm Durchmesser. Die Probekörper wurden mit nur 55—95% ihrer vorher ermittelten Druckfestigkeit so oft belastet, bis der Bruch erfolgte. Im ganzen wurden 92 Probekörper geprüft; die gewonnenen Ergebnisse sind in Fig. 2 (S. 198) zeichnerisch dargestellt.

Aus der Figur ersieht man, daß unter der wiederholten Beanspruchung der Bruch bereits bei viel geringerer Last erfolgte, als zur Herbeiführung des Bruches bei einmaliger Einwirkung erforderlich ist.

Ferner ersieht man, wie zu erwarten war, daß die Anzahl der Anspannungen, die zur Herbeiführung des Bruches erforderlich ist, für kleinere Anspannungen größer ausgefallen ist.

---

[1]) Die Amerikaner verstehen unter Ermüdung die von Wöhler zuerst nachgewiesene Tatsache, daß das Material durch oft wiederholte Anspannung bei geringerer Spannung zum Bruche geht, als bei einmaliger Beanspruchung bis zum Bruch.

[2]) Engineering News 1903 Band 50 Nr. 19 Seite 403.

Wie bei den Wöhlerschen Versuchen würde man, bei weiterer Verminderung der Anspannung, zu der sogenannten Arbeitsfestigkeit gekommen sein, d. h. zu derjenigen Größe der Anspannung, unter welcher der Bruch erst bei unendlich oft wiederholten Anspannungen eintritt.

Durch 18 Versuchsreihen mit Betonwürfeln wurde erkannt, daß auch Beton der Ermüdung unterworfen ist.

Es würde mit lebhafter Freude zu begrüßen sein, wenn diese Untersuchungen möglichst weit ausgedehnt werden würden. Die Ergebnisse dieser Versuche dürften ebenso wie es die Versuche Wöhlers für das Eisen waren, für die Bestimmung des Sicherheitsgrades für wechselnden Belastungen unterworfene Betonbauteile von Bedeutung sein. In Anbetracht dessen, daß die verschiedenen Betonsorten bezüglich der Beschaffenheit und Güte der zu ihrer Bereitung verwendeten Materialien sehr von einander abweichen und ferner, daß ihre Eigenschaften von dem Alter, der Belastungsart, der etwaigen Verstärkung mit Eisen usw. abhängig sind, erkennt man, daß sehr viel Zeit und Arbeit darauf wird verwendet werden müssen, wenn das Gesetz der Ermüdung für die verschiedenen Betonabarten gründlich erforscht werden soll.

Graphische Darstellung des Einflusses wiederholter Belastungen auf die Druckfestigkeit von Portlandzement.

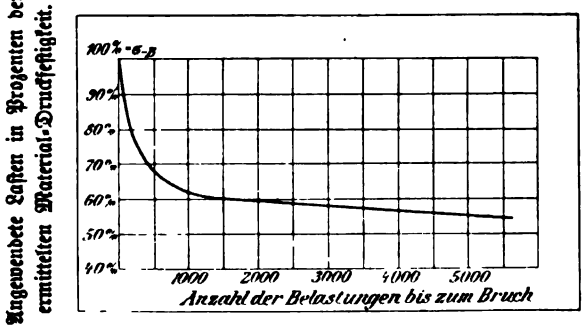


Fig. 2.

Van Ornum empfiehlt daher, daß mehrere Laboratorien aus Interesse zur Sache bestimmte Teile der Untersuchungen übernehmen sollten, damit endgültige nutzbringende Ergebnisse schneller erzielt werden.

Ein Teil der Untersuchungen wird vom Verfasser im Laboratorium der Washington Universität ausgeführt; er beabsichtigt, eine Reihe von Prüfungen vorzunehmen, die auf ein Jahr alte Proben ausgedehnt werden sollen.

Die Prüfungsergebnisse sollen tunlichst bald nach deren Feststellung veröffentlicht werden.

3. Über den Einfluß der Dauer der auf die Wasserlagerung folgenden Luftlagerung von Zementproben auf ihre Festigkeit.

Bereits Michaelis hat aus eigenen Versuchen geschlossen, daß Zementproben, die in halbfeuchtem Zustande geprüft werden, geringere Werte liefern als solche, die unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser (also im wassersatten Zustande) oder im trockenen Zustande den Festigkeitsversuchen unterworfen werden. Dieses Ergebnis wird zum Teil wenigstens durch Versuche bestätigt, die an der Universität zu Washington unter Leitung des Professors Van Ornum von dem Ingenieur Lessinghaus[1]) ausgeführt wurden. Diese Versuche erstrecken sich auf einen normalen Portland-Zement und einen normalen natürlichen Zement.

[1]) Engineering News, Jahrgang 1904 Band 51 Nr. 1 S. 24.

Aus beiden wurden Zugprobekörper rein, sowie in Sandmischungen hergestellt und bei 7 Tagen, 28 Tagen, 3 Monaten und 6 Monaten Alter (Wasserlagerung) geprüft. Die Prüfung erfolgte jeweilig unmittelbar 1 Stunde, 3,·4, 72 und 168 Stunden nach der Entnahme aus dem Wasser.

Die Proben des reinen Portland-Zementes verloren in der ersten Zeit der Luftlagerung schnell an Zugfestigkeit. Die Mindestfestigkeit wurde zwischen 24 und 72 Stunden der Luftlagerung erreicht; bei längerem Lagern wurde die Festigkeit allmählich und langsam wieder höher[1]). Bei den Mörteln 1 + 3 bewirkte das Lagern an der Luft keinen Festigkeitsverlust, im Gegenteil wurde mit der Dauer der Luftlagerung eine allmähliche Festigkeitszunahme erzielt. Augenscheinlich wird mit Zunahme des Sandzusatzes der nachteilige Einfluß der Luftaussetzung vermindert[2]).

Darstellung der Ergebnisse der Zugversuche.

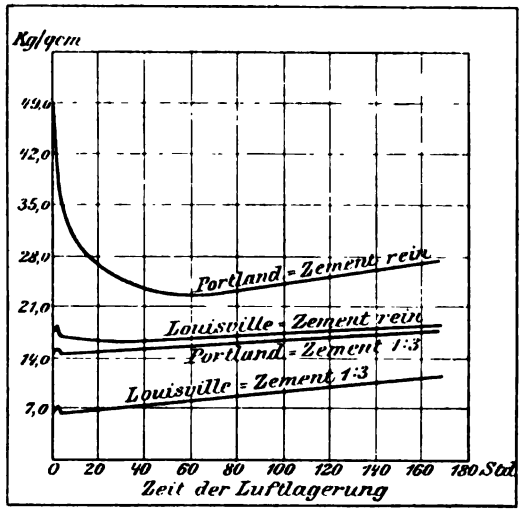


Fig. 3.

Wie die Proben aus reinem Portland-Zement, nehmen auch die aus reinem Louisville-Zement hergestellten bis zu 72 Stunden Dauer der Luftlagerung an Zugfestigkeit ab, von da an langsam wieder zu. Der Zugfestigkeitsverlust ist indes in den ersten Stunden des Austrocknens nicht annähernd so erheblich, wie bei dem Portland-Zement.

Die obenstehende Fig. 3 stellt typische Schaulinien des Verlaufs der Festigkeitsveränderung der Zugproben dar.

Wenn auch nach vorstehenden Ergebnissen, für die leider Zahlen nicht mitgeteilt sind, der Einfluß der Luftlagerung auf die Festigkeit der 1 + 3 Mörtel nur unerheblich ist, so erscheint es doch notwendig, daß die nach den Normen gegebene Vorschrift, die Proben unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser zu prüfen, genau inne gehalten wird.

---

[1]) Wohl nicht allein infolge des Austrocknens, sondern auch der mit dem Alter fortschreitenden Erhärtung.

[2]) Der nachteilige Einfluß beruht wahrscheinlich auf der zu schnellen Entziehung des Wassers (Kapillarwirkung?), der günstige ist eine Folge der Aufnahme von Kohlensäure, die sich bei Gegenwart von Wasser in porösen Körpern schneller vollzieht, als in dichten.

5. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Prof. W. Herzberg.

In Heft 6 der „Mitteilungen“ 1902 wurden statistische Übersichten über die im Jahre 1902 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben.

Unter Hinweis auf die dort gemachten Angaben soll im nachfolgenden das Ergebnis der Zusammenstellungen für das Jahr 1903 mitgeteilt werden.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1903 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere = — %	Zusammen 102 Papiere = 14,1 %
B.	„ „ Stoffklasse	5 „ = 0,7 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	97 „ = 13,4 „	

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . 528 Papiere = 73,2 %

Zusammen 630 Papiere = 87,3 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	10 Papiere = 1,4 %	Zusammen 92 Papiere = 12,7 %.
B.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	73 „ = 10,1 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	9 „ = 1,2 „	

Im ganzen sind also im Jahre 1903 im Auftrage von Behörden 722 Papiere vollständig untersucht worden; von diesen wurden, wie vorstehende Zusammenstellung ergibt,

102 Papiere = 14,1 % besser geliefert als verlangt,
528 „ = 73,2 „ geliefert wie verlangt,
92 „ = 12,7 „ schlechter geliefert als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 630 Papiere = 87,3 %.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit (S. 201—202) handelt es sich teilweise um zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 1800 m), teilweise um zu geringe Dehnung (Minimum 0,1, Maximum 2,9 %), vorzugsweise aber um zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum eine Stufe, Maximum vier Stufen). In sechs Fällen ist gegen zwei, in fünf Fällen gegen alle drei dieser Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich teils um zu hohen Aschengehalt (Minimum 1,0 %, Maximum 4 %), teils um das Vorhandensein von Ersatzstoffen bei Papieren der Stoffklasse I, teils um einen zu hohen Zellstoffgehalt bei Papieren der Stoffklasse II und schließlich um das Vorkommen verholzter Fasern bei Papieren der Stoffklasse III.

Besonders auffallend ist der Fall B 7, in dem Aktendeckel aus reinen Lumpen verlangt und solche aus Holzzellstoff, Strohzellstoff und Holzschliff geliefert wurden. Hier kann es sich wohl nur um ein Versehen des Lieferanten handeln.

Wie die Zusammenstellung zeigt, sind die Verstöße bei den Wasserzeichen-Papieren im allgemeinen nicht schwer; die groben Verstöße treffen hauptsächlich die Papiere ohne Wasserzeichen.

Zusammenstellung der im Jahre 1903 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichungen bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	1
2	3a	II	3	II	5	—	—	—	0,4	3 „ 5	1
3	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	—	1
4	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	1
5	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	1
6	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	—	1
7	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,3	—	3
8	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	4
9	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	4
10	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	1 „ 4	5
11	1	I	1	I	4	—	—	—	—	4 „ 6	6
12	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
13	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	6
14	2a	I	2	I	3	—	—	225	—	—	9
15	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	13
16	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
17	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
18	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
19	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
20	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	15
21	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	15
22	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	15
23	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	17
24	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
25	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	21
26	2a	I	2	I	3	—	—	25	—	—	23
27	3a	II	3	II	4	—	—	150	—	—	23
28	3a	II	3	II	4	—	—	175	—	—	23
29	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	27
30	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
31	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
32	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	31
33	3a	II	3	II	6	—	—	600	0,5	1 „ 5	32
34	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	32
35	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	32
36	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	33
37	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	33
38	2a	I	2	I	3	—	—	175	—	—	39
39	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	39
40	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	39
41	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
42	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	41
43	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
44	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
45	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
46	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
47	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
48	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
49	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
50	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	50

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichungen bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
51	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	51
52	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	51
53	4a	III	*	III	6	—	—	125	0,3	2 „ 4	55
54	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
55	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
56	4a	III	*	III	5	—	—	175	—	3 „ 4	59
57	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
58	4b	III	4	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	59
59	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	60
60	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	72
61	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	72
62	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	72
63	—	II	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	†
64	6	IV	5	—	geringer als 6	—	—	—	—	0 „ 3	†
65	6	IV	5	—	6	—	—	—	0,2	—	†
66	6	IV	5	—	6	—	—	—	—	2 statt 3	†
67	—	II	3	II	5	—	—	1800	—	4 „ 5	†
68	—	I	2500 3,5	I	2225 7,2	—	—	275	—	—	†
69	8b	III	4	III	5	—	—	125	—	3 statt 4	†
70	—	IV	5	—	6	—	—	—	0,1	2 „ 3	†
71	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
72	7a	I	2500 3,5	I	2475 6,9	—	—	25	—	—	†
73	6	IV	5	—	6	—	—	—	0,1	1 statt 3	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3a	II	3	III	3	—	1,0	—	—	—	12
2	3b	II	4	III	4	—	1,0	—	—	—	12
3	3b	II	4	III	4	—	2,0	—	—	—	33
4	3a	II	3	III	2	—	1,0	—	—	—	49
5	3a	II	3	III	3	—	2,0	—	—	—	50
6	3a	II	3	III	3	—	1,0	—	—	—	72
7	7a	I	2500 3,5	IV	2800 7,5	besteht aus Holzzellstoff, Strohzellstoff und Holzschliff	4,0	—	—	—	†
8	—	III	3500 2,5 4	IV	3625 3,0 4	enthält etwa 5 % Holzschliff	—	—	—	—	†
9	—	III	3500 2,5 4	IV	3650 3,3 4	enthält etwa 5 % Holzschliff	—	—	—	—	†
10	7a	I	2500 3,5	IV	3025 7,0	enthält einen Zusatz von Holz- und Strohzellstoff und etwa 5 % Holzschliff	2,0	—	—	—	†
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	2b	I	3	III	5	—	2,5	100	0,4	3 statt 5	3
2	3b	II	4	III	5	—	2,0	—	—	3 „ 4	16
3	3b	II	4	III	5	enthält etwa 35 % Holzzellstoff	—	—	—	3 „ 4	17
4	3a	II	3	III	6	enthält etwa 35 % Holzzellstoff	—	—	—	2 „ 5	32
5	3b	II	4	III	5	enthält etwa 35 % Holzzellstoff	—	—	—	3 „ 4	32
6	4b	III	4	IV	5	—	1,0	—	—	3 „ 4	72
7	8b	III	4	IV	5	—	4,0	—	—	3 „ 4	†
8	—	II	3	IV	5	besteht aus Strohzellstoff und Holzzellstoff	11,0	750	2,9	3 „ 5	†
9	8b	III	4	IV	6	—	3,0	275	0,1	1 „ 4	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Gegenüberstellung der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1903 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

Laufende Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Schlechter geliefert als verlangt			Insgesamt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	besser geliefert als verlangt	geliefert wie verlangt	schlechter geliefert als verlangt	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	13,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6
8	1896	729	0,3	0,1	12,5	2,6	15,1	1,5	12,9	67,9	19,2	80,8	19,2
9	1897	666	0,1	1,2	11,6	1,6	16,7	0,6	12,9	68,2	18,9	81,1	18,9
10	1898	622	0,2	—	11,4	2,3	19,1	1,1	11,6	65,9	22,5	77,5	22,5
11	1899	746	0,1	0,1	14,4	1,5	21,6	0,8	14,6	61,5	23,9	76,1	23,9
12	1900	862	—	0,1	16,1	0,7	19,7	0,9	16,2	62,5	21,3	78,7	21,3
13	1901	687	—	0,1	21,4	1,3	5,7	0,9	21,5	70,6	7,9	92,1	7,9
14	1902	883	0,1	0,1	18,7	1,5	11,6	0,7	18,9	67,3	13,8	86,2	13,8
15	1903	722	—	0,7	13,4	1,4	10,1	1,2	14,1	73,2	12,7	87,3	12,7

Das Verhältnis der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also gegen das Vorjahr nicht wesentlich verändert.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1903 im Auftrage von Privaten vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse 0 Papiere = — %
B. „ „ Stoffklasse . . . . . 0 „ = — „
C. „ „ Festigkeitsklasse . . . . 4 „ = 8,2 „

} Zusammen 4 Papiere = 8,2 %

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . 34 Papiere = 69,4 %

Zusammen 38 Papiere = 77,6 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse 0 Papiere = — %
B. „ „ Stoffklasse . . . . . 0 „ = — „
C. „ „ Festigkeitsklasse . . . . 11 „ = 22,4 „

} Zusammen 11 Papiere = 22,4 %

Im ganzen sind also im Jahre 1903 im Auftrage von Privaten 49 Papiere vollständig untersucht worden, von denen die Lieferungsbedingungen bekannt waren; von diesen wurden:

4 Papiere = 8,2 % besser geliefert als verlangt,
34 „ = 69,4 „ geliefert wie verlangt,
11 „ = 22,4 „ schlechter geliefert als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 38 Papiere = 77,6 %.

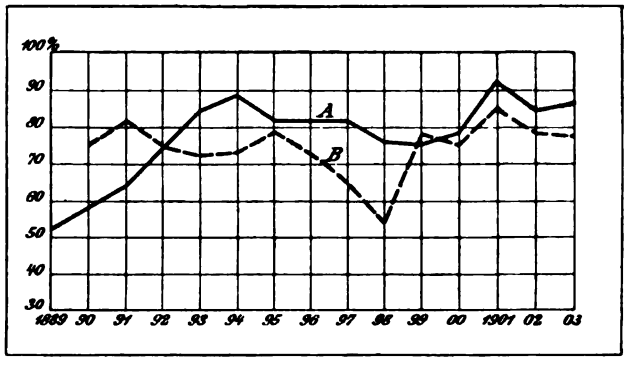
Stellt man die Ergebnisse aus den Jahren 1890—1903 gegenüber, so ergibt sich folgende Übersicht:

Gegenüberstellung der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1890—1903 im Auftrage von Privatleuten untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Geliefert wie verlangt	Schlechter geliefert als verlangt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse %	bezüglich der Stoffklasse %	bezüglich der Festigkeitsklasse %	%	bezüglich der Stoffklasse %	bezüglich der Festigkeitsklasse %	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse %	genügten %	genügten nicht %
1	1890	66	—	1,5	19,7	53,0	7,6	16,7	1,5	74,2	25,8
2	1891	96	1,0	1,0	22,9	56,3	2,1	15,6	1,0	81,3	18,7
3	1892	236	0,8	3,4	14,4	55,5	5,1	17,8	3,0	74,1	25,9
4	1893	146	—	—	23,3	48,6	4,1	22,6	1,4	71,9	28,1
5	1894	81	—	—	9,9	63,0	1,2	25,9	—	72,9	27,1
6	1895	65	—	—	23,1	55,4	9,2	12,3	—	78,5	21,5
7	1896	73	—	—	13,7	58,9	8,2	17,8	1,4	72,6	27,4
8	1897	110	–	—	6,4	59,1	1,8	30,9	1,8	65,5	34,5
9	1898	73	—	—	1,4	53,4	1,4	35,6	8,2	54,8	45,2
10	1899	102	—	—	11,8	66,6	2,0	19,6	—	78,4	21,6
11	1900	72	—	—	18,1	58,3	2,8	19,4	1,4	76,4	23,6
12	1901	47	—	—	19,1	66,0	2,1	12,8	0	85,1	14,9
13	1902	71	—	—	7,1	71,8	1,4	19,7	—	78,9	21,1
14	1903	49	—	—	8,2	69,4	—	22,4	—	77,6	22,4

Die Verhältnisse haben sich also gegenüber dem Vorjahr wenig geändert.

Die nachstehenden Schaulinien geben ein übersichtliches Gesamtbild über das bisher Gesagte.



Erfüllung der Lieferungsbedingungen für Normalpapiere in den Jahren 1889—1903.

A. Behördenlieferungen. B. Privatlieferungen.

Die Art der Verstöße bei Privatlieferungen ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Zusammenstellung der im Jahre 1903 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte: Stoffklasse	Eigenschaften verlangte: Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene: Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene: Festigkeitsklasse	Abweichungen bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	2b	I	3	I	4	—	—	50	—	4 statt 5	44
2	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
3	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	65
4	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	72
5	4a	III	*	III	6	—	—	—	0,2	1 „ 4	73
6	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
7	6	IV	5	IV	6	—	—	—	0,4	1 „ 3	†
8	6	IV	5	IV	6	—	—	—	0,4	1 „ 3	†
9	3a	II	3	II	5	—	—	—	0,3	3 „ 5	†
10	2a	I	2	I	3	—	—	125	—	5 „ 6	†
11	6	IV	5	—	6	—	—	—	—	2 „ 3	†

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also durchweg um zu geringen Widerstand gegen Zerknittern, in sechs Fällen zugleich um zu geringe Reißlänge oder Dehnung.

Wasserzeichenpapiere.

Im Jahre 1903 wurden 929 Wasserzeichenpapiere untersucht, und zwar 706 auf alle für Normalpapiere vorgeschriebene Eigenschaften, und 223, bei denen nur einzelne Eigenschaften ermittelt wurden.

Die mit den ersterwähnten 706 Papieren gemachten Erfahrungen sind nachstehend zusammengestellt.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1903 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere.

I. Papiere, bei welchen bessere Eigenschaften erreicht wurden als das Wasserzeichen gewährleistete.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere	= — %	Zusammen 97 Papiere = 13,7 %
B. „ „ Stoffklasse	5 „	= 0,7 „	
C. „ „ Festigkeitsklasse	92 „	= 13,0 „	

II. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften vorhanden waren . . . . . 530 Papiere = 75,1 %

Zusammen 627 Papiere = 88,8 %

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	6 Papiere	= 0,9 %	Zusammen 79 Papiere = 11,2 %
B. „ „ Stoffklasse	6 „	= 0,9 „	
C. „ „ Festigkeitsklasse	67 „	= 9,4 „	

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Im ganzen genügten also im Jahre 1903: 627 Papiere = 88,8 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften.

Unter diesen 627 Papieren befanden sich 66 = 9,3 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 4 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit vorschriftsmäßigem Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge und Dehnung höchstens 10 % nach unten hin von den verlangten Werten abweichen.

Von den oben erwähnten 223 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden untersucht:

1. 1 Papier auf Reißlänge, Dehnung, Widerstand gegen Zerknittern und Asche,
2. 11 Papiere „ Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
3. 7 „ „ Reißlänge und Dehnung,
4. 204 „ „ Widerstand gegen Zerknittern.

Von den Papieren zu 1 genügte 1
„ „ „ „ 2 genügten 5 und 6 genügten nicht,
„ „ „ „ 3 „ 5 „ 2 „ „
„ „ „ „ 4 „ 181 „ 23 „ „

Vergleicht man die in den Jahren 1892—1903 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen, so ergibt sich folgende Übersicht:

Übersicht über die in den Jahren 1892—1903 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Besser als im Wasserzeichen gewährleistet %	Wie im Wasserzeichen gewährleistet %	Schlechter als im Wasserzeichen gewährleistet %	Dem Wasserzeichen entsprachen %	Dem Wasserzeichen entsprachen nicht %
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3
1896	763	11,8	68,8	19,4	80,6	19,4
1897	687	12,4	68,3	19,3	80,7	19,3
1898	622	11,4	67,7	20,9	79,1	20,9
1899	806	14,8	62,9	22,3	77,7	22,3
1900	853	17,0	64,1	18,9	81,1	18,9
1901	684	22,2	70,3	7,5	92,5	7,5
1902	895	17,6	68,5	13,9	86,1	13,9
1903	706	13,7	75,1	11,2	88,8	11,2

Das Verhältnis der dem Wasserzeichen entsprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also im Jahre 1903 nicht wesentlich geändert.

In nachfolgender Tabelle (S. 207) sind die 706 im Jahre 1903 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach den Verwendungsklassen 1—4b und nach den Firmen, von denen sie erzeugt sind, geordnet.

Die hier angemeldeten Firmen wurden für die statistischen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in einer Liste eingetragen und mit laufenden Nummern versehen. Es wird aber ausdrücklich bemerkt, daß diese Nummern mit den Nummern der Wasserzeichenanmeldung der verschiedenen Fabriken **nicht** übereinstimmen.

Die 706 im Jahre 1903 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Angahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften		Innerhalb des Spielraums von 10% lagen	Von den Papieren der Verwendungsklasse																				
					1			2a			2b			3a			3b			4a			4b		
					genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht
		genügten %	genügten nicht %	%	ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum	
1	27	78	22	19	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4	2	4	5	—	—	2	2	2	4	1	—
3	5	60	40	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
4	26	92	8	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	8	—	1	3	2	1	4	—	—
5	9	89	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—	1	4	—	—
6	109	97	3	3	—	—	1	9	3	1	5	—	—	42	—	—	31	—	—	9	—	—	7	—	1
7	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—
8	34	100	—	—	—	—	—	2	—	—	7	—	—	11	—	—	7	—	—	3	—	—	4	—	—
9	6	83	17	33	—	—	—	—	1	1	—	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
10	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—
12	10	80	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	1	3	—	1	1	—	—	—	—	—
13	2	50	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	41	90	10	10	—	—	—	3	1	—	4	—	1	17	3	3	5	—	—	3	—	—	1	—	—
15	63	95	5	8	—	—	—	8	3	—	2	—	—	20	1	2	—	—	—	7	1	—	18	—	1
16	4	75	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—
17	10	80	20	10	—	—	—	2	—	—	1	1	1	3	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
18	10	90	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	1	—	1	4	—	—
20	15	100	—	7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	3	—	—	6	—	—	2	—	—	3	—	—
21	2	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
22	4	100	—	50	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
23	74	96	4	22	—	—	—	1	4	1	1	—	—	7	11	2	24	—	—	10	1	—	12	—	—
24	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
26	8	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	2	—	—
27	3	67	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1
29	15	87	13	13	—	—	—	—	1	—	1	—	—	3	—	—	3	—	—	3	1	2	1	—	—
31	9	89	11	44	1	3	—	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
32	12	58	42	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	2	3	—	—	3	—	—
33	5	40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1
35	11	100	—	9	—	—	—	5	1	—	3	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	11	73	27	18	—	—	—	—	2	1	1	—	—	2	—	—	1	—	2	1	—	—	1	—	—
40	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
41	18	78	22	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	2	3	—	1	3	—	1	—	—	—
42	22	82	18	23	—	2	—	2	3	—	—	—	—	6	—	3	3	—	—	1	—	—	1	—	1
43	9	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	4	—	—	2	—	—
44	33	94	6	6	—	—	—	1	2	—	6	—	1	7	—	—	6	—	1	5	—	—	4	—	—
46	3	100	—	67	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	5	100	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	4	75	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	1	—	—
50	5	60	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
51	9	78	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	2	—	—	2	—	1	—	—	—
52	4	100	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
54	5	100	—	20	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—
55	3	33	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—
59	6	17	83	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	2
60	5	80	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1
61	20	100	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	8	—	—	—	2	—	9	—	—
62	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
65	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
72	14	57	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	1	—	—	2	—	1	3	—	2
73	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	706	88,8	11,2	9,3	1	7	1	39	27	5	34	2	4	167	20	27	184	—	18	88	10	18	97	1	11

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere											Gesamtzahl 1893—1903	Es erfüllten die Vorschriften									
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %	1900 %	1901 %	1902 %	1903 %
58	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—
59	—	—	—	6	3	4	19	12	12	7	6	69	—	—	—	100	33	75	79	58	83	71	17
60	—	—	—	1	25	—	—	3	12	5	5	51	—	—	—	100	72	—	—	33	75	60	80
61	—	—	—	5	1	24	28	26	8	20	20	132	—	—	—	60	100	50	61	77	88	90	100
62	—	—	—	—	—	6	5	4	6	3	2	26	—	—	—	—	—	67	80	75	100	67	100
63	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	2	7	6	—	—	15	—	—	—	—	—	—	100	100	100	—	—
65	—	—	—	—	—	—	7	1	—	—	1	9	—	—	—	—	—	—	14	0	—	—	0
66	—	—	—	—	—	—	2	1	1	1	—	5	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	—
68	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—
71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XXI. Jahrgang. **1903.** Fünftes u. sechstes Heft.

1. Bestimmungen über das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier.

Auf das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier, mit Ausnahme des Stempelpapiers, finden die nachstehenden Bestimmungen Anwendung:

§ 1.

Das Papier ist auf der Grundlage von Stoff- und Festigkeitsklassen (s. nachstehend A und B) in Verwendungsklassen (C) eingeteilt.

A. Stoffklassen.

I. Papiere nur aus Hadern (Leinen, Hanf, Baumwolle).

II. Papiere aus Hadern mit höchstens 25% Zellstoff (aus Holz, Stroh, Esparto, Jute, Manila, Adansonia usw.), jedoch unter Ausschluß von verholzten Fasern.

III. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung, jedoch unter Ausschluß von verholzten Fasern.

IV. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung.

Aschengehalt der Papiere aller Stoffklassen beliebig.

B. Festigkeitsklassen.

Klasse	Mittlere Reißlänge in Metern	Mittlere Dehnung in Hundertsteln der ursprünglichen Länge (%)	Bis 31. Dezember 1904: Widerstand gegen Zerknittern	Vom 1. Jan. 1905 ab:[1]) Zahl der Doppelfalzungen nach Schopper	Die Stufen für den Widerstand gegen Zerknittern (s. Spalte 4) sind:	Die Falzklassen (s. Spalte 5) sind:
1	6000	4	sehr groß	190	0 = außerordentlich gering	0 = 0—2 Doppelfalzungen
2	5000	3,5	sehr groß	190	1 = sehr gering	1 = 3—6 „
3	4000	3	groß	80	2 = gering	2 = 7—19 „
4	3000	2,5	ziemlich groß	40	3 = mittelmäßig	3 = 20—39 „
5	2000	2	mittelmäßig	20	4 = ziemlich groß	4 = 40—79 „
6	1000	1,5	sehr gering	3	5 = groß	5 = 80—189 „
					6 = sehr groß	6 = 190—999 „
					7 = außerordentlich groß	7 = 1000 und mehr Doppelfalzungen

Bruchlast, Dehnung, Widerstand gegen Zerknittern und Falzklasse werden bei 65% relativer Luftfeuchtigkeit ermittelt. Der Berechnung der Reißlänge wird das Gewicht der bei 100 C° getrockneten Probestreifen zugrunde gelegt.

[1]) In der Zeit bis zum 31. Dezember 1904 soll bei den amtlichen Prüfungen sowohl die Widerstandsstufe als auch die Falzklasse ermittelt werden und wenn letztere der ersteren nicht entspricht, das günstigere Ergebnis ausschlaggebend sein.

C. Verwendungsklassen.

Klasse	Verwendung	Stoffklasse	Festigkeitsklasse	Bogengröße cm	Gewicht für 1000 Bogen kg	Gewicht für 1 Quadratmeter g
1	**Papier für dauernd aufzubewahrende, besonders wichtige Urkunden**	I	1	33×42	15	—
	Papier zu Kabinettsordres (Quartgröße)	I	1	26,5×42	12	—
2	**Papier zu Urkunden** (s. auch Klasse 1), **Standesamtsregistern, Geschäftsbüchern** und dergl.:					
2a	erste Sorte	I	2	33×42	14	—
2b	zweite Sorte	I	3	33×42	13	—
3	**Aktenpapier für länger als 10 Jahre aufzubewahrende Schriftstücke:**					
3a	Kanzleipapier	II	3	33×42	13	—
	Briefpapier (Quartgröße)	II	3	26,5×42	10,4	—
	Briefpapier (Oktavgröße)	II	3	26,5×21	5,2	—
	Schreibmaschinen-Durchschlagpapier .	II	3	33×42	7	—
3b	Konzeptpapier	II	4	33×42	13	—
4	**Aktenpapier für Schriftstücke von geringerer Bedeutung und kürzerer Aufbewahrungsfrist:**					
4a	Kanzleipapier	III	Reißlänge 3500 m, Dehnung 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern ziemlich groß	33×42	12	—
	Briefpapier (Quartgröße)	III		26,5×42	9,6	—
	Briefpapier (Oktavgröße)	III		26,5×21	4,8	—
4b	Konzeptpapier	III	4	33×42	12	—
5	**Briefumschläge, Packpapier:**					
5a	erste Sorte	—	3	—	—	—
5b	zweite Sorte	—	5	—	—	—
	Gewicht der Briefumschläge 5a und b:					
	1. Umschläge bis zur Größe 13 × 19 cm	—	—	—	—	70
	2. Größere Umschläge und Umschläge für Wertsendungen	—	—	—	—	115
	Gewicht des Packpapiers:					
	1. der Klasse 5a	—	—	—	—	130
	2. der Klasse 5b	—	—	—	—	115
6	**Schreibpapier zu untergeordneten Zwecken des täglichen Verbrauchs**	—	nur soweit in einzelnen Fällen erforderlich 5 oder 6	—	—	—
7	**Aktendeckel:**					
7a	für viel gebrauchte oder lange aufzubewahrende Akten	I	Reißlänge 2500 m, Dehnung 3,5 %	36×47	81,2	480
7b	für andere Akten	III	Reißlänge 2500 m, Dehnung 2,5 %	36×47	42,3	250

Klasse	Verwendung	Stoffklasse	Festigkeitsklasse	Bogengröße cm	Gewicht für 1000 Bogen kg	Gewicht für 1 Quadratmeter g
8	**Druckpapier:**					
8a	für wichtige, länger als zehn Jahre aufzubewahrende Drucksachen	I	4	—	—	—
8b	für weniger wichtige Drucksachen . . .	III	4	—	—	—
8c	zu untergeordneten Zwecken des täglichen Verbrauchs	—	nur soweit in einzelnen Fällen erforderlich 5 oder 6	—	—	—

Jedes Papier muß eine seinem Verwendungszweck entsprechende Leimfestigkeit besitzen.

Die Bogengröße 33 × 42 ist auch bei Vordrucken, Büchern usw. vorzugsweise in Anwendung zu bringen. Soweit dies nicht angängig ist, sind die nachstehenden Bogengrößen, in der Regel unter Innehaltung der angegebenen Einheitsgewichte, zu benutzen:

	Gewichte für 1000 Bogen kg	Gewichte für 1 Quadratmeter g
Nr. 2 = 34 × 43 cm . . .	14,6	100
„ 3 = 36 × 45 „ . . .	16,2	
„ 4 = 38 × 48 „ . . .	18,2	
„ 5 = 40 × 50 „ . . .	20,0	
Nr. 6 = 42 × 53 cm . . .	24,5	110
„ 7 = 44 × 56 „ . . .	27,1	
„ 8 = 46 × 59 „ . . .	29,9	
„ 9 = 48 × 64 „ . . .	33,8	
Nr. 10 = 50 × 65 cm . . .	—	nach Bedarf
„ 11 = 54 × 68 „ . . .	—	
„ 12 = 57 × 78 „ . . .	—	

Für Schreibpapier der Klassen 1 und 2, das für seinen besonderen Zweck in hohem Maße undurchsichtig sein muß, kann nach Bedarf eine Gewichtserhöhung bis zu 25% vorgeschrieben werden.

Die Papiere der Klassen 1 bis 4 dürfen sowohl in der Reißlänge und der Dehnung als auch bei den Falzklassen bis zu 10% nach unten hin von den festgesetzten Werten abweichen.

Gegen die bei den Verwendungsklassen aufgeführten Einheitsgewichte dürfen

a) Schreib- und Druckpapiere um 2,5%,

b) Aktendeckel und Packpapiere um 4% des Gewichts

nach oben oder unten abweichen. Die Riesumhüllung (das zum Verpacken von 1000 Bogen verwendete Umschlagpapier) wird bei der Gewichtsfeststellung mitgerechnet.

§ 2.

Die Schreibpapiere der Verwendungsklassen 1 bis 4 sind mit einem auf dem Siebe hergestellten Wasserzeichen zu versehen. Das Wasserzeichen muß die Firma des Fabrikanten

sowie neben dem Worte „Normal" das Zeichen der Verwendungsklasse enthalten; die Hinzufügung einer Jahreszahl sowie eines Zeichens zur Kennzeichnung der Fertigung ist zulässig. Die Abkürzung der Firma ist nur insoweit gestattet, als dadurch keine Zweifel über den Ursprung des Papiers hervorgerufen werden können. Das Wasserzeichen muß vollständig, wenn auch unterbrochen, in jedem Bogen vorhanden sein.

§ 3.

Es dürfen nur solche Papiere der Klassen 1 bis 4 zum amtlichen Gebrauche verwendet werden, deren Wasserzeichen bei dem Königlichen Materialprüfungsamt in Dahlem eingetragen ist.

Die eingetragenen Wasserzeichen werden im Reichs- und Staatsanzeiger bekannt gemacht; ein Verzeichnis derselben kann unentgeltlich von dem Materialprüfungsamt bezogen werden.

§ 4.

Vor der Erteilung von Lieferungsaufträgen ist, sofern es sich nicht um einmalige Lieferungen geringen Umfangs handelt, von jeder Papiersorte zunächst eine Probe einzufordern, die für die äußere Beschaffenheit (Aussehen, Glätte, Griff usw.) des zu liefernden Papiers maßgebend ist.

Die Prüfung des Papiers nach äußerer Beschaffenheit sowie nach Gewicht und Bogengröße erfolgt durch die Behörde, der das Papier geliefert ist.

§ 5.

Zur Prüfung auf Stoffzusammensetzung, Festigkeit und Leimung sind sogleich nach erfolgter Lieferung und vor der Ingebrauchnahme des Papiers Proben an das Königliche Materialprüfungsamt in Dahlem [1]) einzusenden. Das Bedrucken des Papiers mit Kopfaufdruck oder Formularvordruck ist als „Ingebrauchnahme" nicht anzusehen. Soweit jedoch das Papier nicht schon bedruckt geliefert wird, hat die Prüfung vor dem Bedrucken zu erfolgen.

Die Gebühr für die Prüfung einer Papiersorte durch das Materialprüfungsamt beträgt 20 M. Ergibt die Prüfung, daß das Papier den Anforderungen genügt, so hat die Behörde, anderenfalls der Lieferant die Prüfungsgebühr zu zahlen.

§ 6.

Die an das Materialprüfungsamt einzusendenden Proben müssen aus 10 Bogen Papier, 10 Briefumschlägen oder Aktendeckeln von jeder zu prüfenden Sorte bestehen und einzeln aus verschiedenen Stellen der Lieferung und aus Paketen, die noch nicht geöffnet waren, bei größeren Lieferungen aus mindestens 5 Paketen, entnommen werden; sie sind zwischen steife Deckel zu verpacken und dürfen nur soweit gekniffen werden, daß die ungekniffen Flächen mindestens 26,5 × 21 cm groß bleiben.

§ 7.

Das Materialprüfungsamt hat in seinen Prüfungszeugnissen neben der Angabe der Einzelergebnisse der Prüfung zu bescheinigen, ob das Papier die Bedingungen für die Stoffzusammensetzung, Festigkeit und Leimung erfüllt oder nicht erfüllt. Letzterenfalls ist ersichtlich zu machen, inwieweit den Anforderungen nicht genügt ist.

Auf Antrag und gegen Erstattung der Kosten können den Papierfabriken, deren Wasserzeichen eingetragen ist, die Ergebnisse der amtlicherseits veranlaßten Prüfungen ihrer Papier von dem Materialprüfungsamt mitgeteilt werden.

[1]) Bei Berlin.

sowie neben dem Worte „Normal" das Zeichen der Verwendungsklasse enthalten; die Hinzufügung einer Jahreszahl sowie eines Zeichens zur Kennzeichnung der Fertigung ist zulässig. Die Abkürzung der Firma ist nur insoweit gestattet, als dadurch keine Zweifel über den Ursprung des Papiers hervorgerufen werden können. Das Wasserzeichen muß vollständig, wenn auch unterbrochen, in jedem Bogen vorhanden sein.

§ 3.

Es dürfen nur solche Papiere der Klassen 1 bis 4 zum amtlichen Gebrauche verwendet werden, deren Wasserzeichen bei dem Königlichen Materialprüfungsamt in Dahlem eingetragen ist.

Die eingetragenen Wasserzeichen werden im Reichs- und Staatsanzeiger bekannt gemacht; ein Verzeichnis derselben kann unentgeltlich von dem Materialprüfungsamt bezogen werden.

§ 4.

Vor der Erteilung von Lieferungsaufträgen ist, sofern es sich nicht um einmalige Lieferungen geringen Umfangs handelt, von jeder Papiersorte zunächst eine Probe einzufordern, die für die äußere Beschaffenheit (Aussehen, Glätte, Griff usw.) des zu liefernden Papiers maßgebend ist.

Die Prüfung des Papiers nach äußerer Beschaffenheit sowie nach Gewicht und Bogengröße erfolgt durch die Behörde, der das Papier geliefert ist.

§ 5.

Zur Prüfung auf Stoffzusammensetzung, Festigkeit und Leimung sind sogleich nach erfolgter Lieferung und vor der Ingebrauchnahme des Papiers Proben an das Königliche Materialprüfungsamt in Dahlem [1]) einzusenden. Das Bedrucken des Papiers mit Kopfaufdruck oder Formularvordruck ist als „Ingebrauchnahme" nicht anzusehen. Soweit jedoch das Papier nicht schon bedruckt geliefert wird, hat die Prüfung vor dem Bedrucken zu erfolgen.

Die Gebühr für die Prüfung einer Papiersorte durch das Materialprüfungsamt beträgt 20 M. Ergibt die Prüfung, daß das Papier den Anforderungen genügt, so hat die Behörde, anderenfalls der Lieferant die Prüfungsgebühr zu zahlen.

§ 6.

Die an das Materialprüfungsamt einzusendenden Proben müssen aus 10 Bogen Papier, 10 Briefumschlägen oder Aktendeckeln von jeder zu prüfenden Sorte bestehen und einzeln aus verschiedenen Stellen der Lieferung und aus Paketen, die noch nicht geöffnet waren, bei größeren Lieferungen aus mindestens 5 Paketen, entnommen werden; sie sind zwischen steife Deckel zu verpacken und dürfen nur soweit gekniffen werden, daß die ungekniffenen Flächen mindestens 26,5 × 21 cm groß bleiben.

§ 7.

Das Materialprüfungsamt hat in seinen Prüfungszeugnissen neben der Angabe der Einzelergebnisse der Prüfung zu bescheinigen, ob das Papier die Bedingungen für die Stoffzusammensetzung, Festigkeit und Leimung erfüllt oder nicht erfüllt. Letzterenfalls ist ersichtlich zu machen, inwieweit den Anforderungen nicht genügt ist.

Auf Antrag und gegen Erstattung der Kosten können den Papierfabriken, deren Wasserzeichen eingetragen ist, die Ergebnisse der amtlicherseits veranlaßten Prüfungen ihrer Papiere von dem Materialprüfungsamt mitgeteilt werden.

[1]) Bei Berlin.

§ 8.

Papiere, die nach dem Urteile der Behörden (§ 4 Abs. 2) oder nach den Prüfungszeugnissen des Materialprüfungsamts (§ 7 Abs. 1) den Bedingungen nicht genügen, sind zurückzuweisen.

Hat das Materialprüfungsamt bei den im Auftrage von Behörden vorgenommenen Prüfungen der Erzeugnisse einer Fabrik im Laufe eines Jahres mehrfach grobe Verstöße gegen die Bestimmungen festgestellt, so ist die Fabrik von dem Materialprüfungsamt zu verwarnen.

Als grobe Verstöße gelten Abweichungen gegen die Stoff- und Festigkeitsklasse, die bei achtsamer Fabrikation und gewissenhafter Kontrolle der Ware vor Abgang aus der Fabrik hätten erkannt werden müssen.

Bleibt die Verwarnung erfolglos, so kann die Fabrik durch Streichung ihres Wasserzeichens in dem amtlichen Verzeichnisse von ferneren Lieferungen für staatliche Behörden ausgeschlossen werden. Die Entscheidung hierüber erfolgt durch den Minister für Handel und Gewerbe.

Die Löschung des Wasserzeichens wird im Reichs- und Staatsanzeiger bekannt gemacht.

Nach Ablauf von zwei Jahren kann die betreffende Fabrik unter Vorlegung von Proben ihres Papiers bei dem Materialprüfungsamte die Wiedereintragung ihres Wasserzeichens beantragen. Über den Antrag entscheidet auf Grund gutachtlichen Berichts des Materialprüfungsamts der Minister für Handel und Gewerbe.

§ 9.

Die Behörden dürfen in ihren Lieferungsbedingungen andere als die bei den Verwendungsklassen angegebenen Grenzwerte für Stoff, Festigkeit und Gewicht des Papiers nicht vorschreiben.

In den Verträgen über Papierlieferungen bezw. bei mündlicher Erteilung des Lieferungsauftrags ist auszubedingen, daß der Lieferant sich den für ihn aus diesen Bestimmungen folgenden Verpflichtungen zu unterwerfen habe.

Diese Bestimmungen sind jedem Lieferungsvertrag anzuheften und zu dem Zwecke von dem Königlichen Materialprüfungsamt in Dahlem auf Verlangen abzugeben.

§ 10.

Die unter dem 17. November 1891 erlassenen Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken treten außer Kraft.

Berlin, den 28. Januar 1904.

Königliches Staatsministerium.

(gez.) Graf von Bülow. Schönstedt. Graf von Posadowsky.
von Tirpitz. Studt. Frhr. von Rheinbaben. von Podbielski.
Frhr. von Hammerstein. Möller. Budde. von Einem.

Zu 1. und 2. Äußere Form und Beschaffenheit; Beschaffenheit der Bruchfläch[illegible]

Vor eingehender Prüfung eines Baustoffes werden zur allgemeinen Kennzeichnung d[illegible] Bezeichnung des Stoffes nach Art und Gattung, die Abmessungen und besonderen Forme[illegible]n,

Fig. 1.
Zementdachstein besonderer Art.
Oberseite. Unterseite.

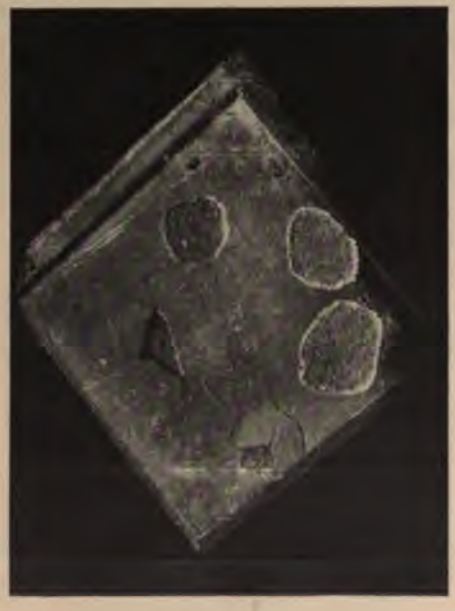


Fig. 2.
Ungeeigneter Dachstein besonderer Art aus Kunstmasse (Sägemehl usw.) nach der Beanspruchung durch Feuer.

Farbe und Beschaffenheit der Bruchfläche festgestellt, wie in der weiter unten folgenden Zusammenstellung der Ergebnisse geschehen; nötigenfalls werden Lichtbilder beigegeben; siehe Fig. 1 und 2.

Zu 3. und 4. Spezifisches Gewicht (s), Raumgewicht (r), Dichtigkeitsgrad (d), Undichtigkeitsgrad (u), Wasseraufnahme (w), scheinbarer Undichtigkeitsgrad w/u.

Die Verfahren zur Ermittelung dieser Eigenschaften sind bereits mehrfach in den „Mitteilungen" beschrieben (Jahrgang 1896, Heft 1, S. 66—68 und Jahrgang 1898, Heft 4, S. 245). Wiederholt sei hier nur kurz, daß die Gewichtsbestimmungen an dem getrockneten Stoffe vorgenommen werden, und zwar wird das spezifische Gewicht s an dem zu Pulver zerkleinerten, also nahezu lückenlosen Material, das Raumgewicht r an kleinen Bruchstücken bestimmt. Die Feststellung der Wasseraufnahme w erfolgt an den ganzen Proben, die zunächst

bis zu gleichbleibendem Gewicht getrocknet und dann wieder bis zur Gewichtsgleichheit in Wasser gelagert werden. Der scheinbare Undichtigkeitsgrad wird aus w/u berechnet.

Zu 5. und 6. Einfluß von Kälte und Wärme. (Frostbeständigkeit und Feuerbeständigkeit.)

Zur Ermittelung des Verhaltens gegen Kälteeinwirkung, also der Frostbeständigkeit, werden die Materialien zunächst durch Eintauchen in Wasser mit Wasser gesättigt und dann 25mal abwechselnd 3—24 Stunden (je nach Größe des Probestückes) dem Froste ausgesetzt und etwa drei Stunden in Wasser von Zimmerwärme wieder aufgetaut. Nach jedesmaligem Herausnehmen aus dem Kühlschrank und hierauf erfolgtem Auftauen werden die Proben und das Auftauwasser untersucht, um festzustellen, ob Absprengungen, Absanden oder sonstige Schäden entstanden sind. Sind abgesplitterte Teile in nennenswerten Mengen vorhanden, so werden sie getrocknet, gewogen und ihre Menge in % des Steingewichtes im Protokoll vermerkt.

Falls die dem Froste 25mal ausgesetzten Probestücke, wie üblich, auch noch Festigkeitsversuchen unterworfen werden sollen, so werden sie, wenn sie durch die Frostbeanspruchung nicht zu stark beschädigt worden sind, für die Festigkeitsversuche, wie unten näher angegeben, vorbereitet. In vielen Fällen ist es für die Beurteilung der Verwendbarkeit eines Baustoffes erforderlich, außer der Frostbeständigkeit auch das Verhalten unter dem Einfluß starker Wärme und darauffolgender langsamer oder plötzlicher Abkühlung festzustellen. Derartige Versuche richten sich nach dem Zweck, dem das Material dienen soll; sie werden aber meist so ausgeführt, daß mehrere gleichartige Probekörper eine gemessene Zeit (meist eine Stunde lang) ebenfalls gemessenen Hitzegraden (Holzfeuer) ausgesetzt und dann an die Luft gebracht und langsam abgekühlt oder sogleich in kaltes Wasser getaucht werden. Es wird beobachtet, welche äußeren Beschädigungen die Steine während der Feuerbeanspruchung und bei der nachträglichen Abkühlung etwa erlitten und, wenn gefordert und die Proben in ihrer Form nicht zu stark beeinträchtigt sind, durch Festigkeitsversuche festgestellt, wie viel sie von ihrer ursprünglichen Festigkeit eingebüßt haben.

Das meist angewendete Verfahren ist folgendes: Über zwei im Abstande von etwa 22 cm von einander stehende zwölf Schichten hohe Ziegelmauern wird ein Netz aus Streckeisen gespannt (vergl. Fig. 3 und 4). Auf dieses werden zehn Steine, Dachziegel oder dergl. gelegt und einem Holzfeuer, das zwischen diesen Mauern entfacht wird, eine Stunde lang ausgesetzt. Zur Feststellung der in der Flamme erreichten Wärme werden Chamotteschälchen mit Metallegierungen von verschiedenen Schmelzpunkten (etwa 620, 850, 954, 1020 und 1100 C°) dicht unter die zu prüfenden Materialien aufgehängt. Nach der Feuerbeanspruchung werden fünf Proben durch plötzliches Eintauchen in Wasser abgeschreckt, während die übrigen fünf langsam an der Luft abkühlen. Diese Probe ist sehr scharf, da die Versuchsstücke meist von mehreren Seiten vom Feuer [illegible] daher keinen unmittelbaren Vergleich mit dem Verhalten der St[illegible]r.

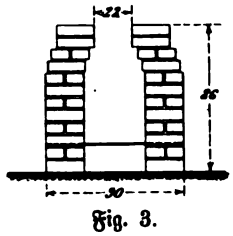


Fig. 3.

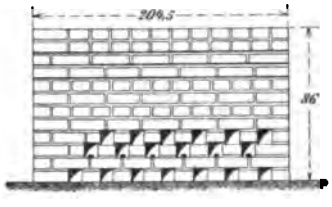


Fig. 4.

Handelt es sich um [illegible]ndigkeit von Bauplatten oder Baustoffen anderer Fo[illegible]ls feuersichere Ummantelungen usw.

benutzt werden, oder von Dachdeckstoffen, so werden kleine Gebäude nach Maßgabe der in den „Mitteilungen" 1900, Heft 1, S. 6 u. ff. beschriebenen Ausführungen errichtet und einer Brandprobe, bei der die Feuerbeanspruchung auf mindestens eine Stunde Versuchsdauer ausgedehnt wird, unterworfen. Das Verhalten des Materials während der Brandprobe wird beobachtet und das Aussehen nach der Probe und nach dem Ablöschen festgestellt. Die Einwirkung sogenannten „Flugfeuers" wird festgestellt, indem brennende Fackeln auf die aus den Dachstoffen hergestellten Dachflächen gelegt und das Verhalten letzterer beobachtet wird. In ähnlicher Weise werden Fußbodenbeläge geprüft, um festzustellen, ob die Beläge durch auf ihnen entzündetes Feuer in Brand geraten oder sich werfen, reißen usw.

Löschmittel werden auf ihre Wirksamkeit durch Ausführung praktischer Löschversuche geprüft.

Zu 7. Festigkeit.

Je nach dem Verwendungszweck der Baustoffe und je nach der Beanspruchung, der sie bei der praktischen Verwendung unterworfen sind, werden sie auf Druck σ_B, Biegung σ_B' oder Zug σ_u geprüft; namentlich kann bei Pflasterstoffen und Fußbodenbelägen (Pflasterklinkern, Fußwegplatten, Fliesen und ähnlichen Materialien), außer der Beanspruchung auf Druck auch eine solche auf Biegung eintreten, z. B. wenn die Pflastersteine und Platten nicht in ihrer ganzen Fläche unterstützt sind. Zur Kennzeichnung der Festigkeitseigenschaften von Dachdeckstoffen (Dachziegel) wird in allen Fällen deren Biegungsfestigkeit festgestellt.

Soll die Druckfestigkeit des Materials ermittelt werden, so werden aus den Probestücken möglichst würfelförmige Körper herausgeschnitten und nach Ebnung der Druckflächen geprüft. Wenn angängig, werden die erforderlichen Würfel auch durch Formen hergestellt (z. B. bei Xylolit und ähnlichen im Zustande der Herstellung bildsamen Stoffen).

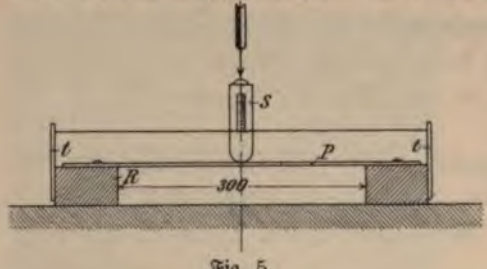


Fig. 5.

Zum Belastungsversuch mit Dachpappe werden die Proben nach Maßgabe nebenstehender Skizze (Fig. 5) ringsum auf einen starken Holzrahmen R von 300 × 300 mm lichter Weite genagelt. Die Belastung erfolgt in der Mitte des überspannten Feldes mit Hilfe eines hölzernen Stempels S, dessen unteres Ende nach einem Halbmesser von 25 mm halbkugelförmig abgerundet ist.

Die Durchbiegungen der Pappen unter den Belastungen werden an zwei Maßstäben abgelesen, die, einander gegenüber stehend, der Länge nach auf den Stempel aufgeklebt sind.

Als Ablesemarken dienen zwei feine Kratzendrähte D, die an vier mit dem Holzrahmen verbundenen Stützen t parallel zu einander neben dem Druckstempel ausgespannt sind. Beim Ablesen wird das Auge in die Ebene der beiden Drähte gebracht[1]).

[1]) „Mitteilungen" 1894, Heft 1, S. 14 u. ff.

Anmerkung: Da bei der beschriebenen Versuchsanordnung der örtliche Druck unter dem Stempel die Kraftverteilung über das Probestück stark beeinflußt, so soll auch folgende Versuchsanordnung geprüft werden. Fig. 5a. Das Gefäß mit quadratischer Grundfläche wird über die Probe gespannt, zum Teil mit Normalsand gefüllt und mittels quadratischer Platte belastet. Dabei soll das Verhältnis $\frac{l}{a}$ angenähert zu 100, 200, 300 usw. gewählt werden. A. Martens.

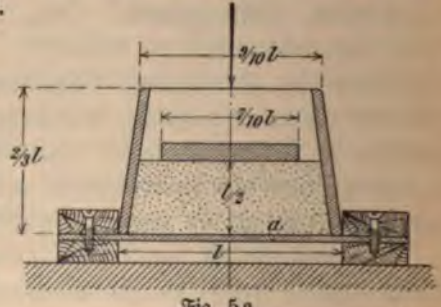


Fig. 5a.

Bei Ermittelung der **Biegefestigkeit** an plattenförmigen Körpern mit ebenen Flächen wird der Körper in der Mitte unter Anwendung eiserner oder hölzerner Unterlagen und Übertragungsstücke belastet. Die Berechnung der Biegefestigkeit σ_B' erfolgt nach der einfachen Gleichung $\sigma_B' = \frac{P \cdot l}{4w}$, worin l die Stützenentfernung in cm, w (das Widerstandsmoment) $= \frac{bh^2}{6}$, b die Probenbreite, h die Höhe im Bruchquerschnitt ist.

Die Versuche werden, soweit dies möglich, an zehn gleichartigen Probestücken ausgeführt. Handelt es sich um Körper mit unebenen Flächen oder um solche von ungleichmäßiger Form, wie Falzziegel und dergl., so werden die Probestücke für den Biegeversuch vorbereitet, indem sie nach Maßgabe nebenstehender Skizze (Fig. 6) an den Auflagestellen und in der Mitte mit Leisten aus reinem Zement versehen werden. Die Fig. 7 und 8 zeigen mehrere in dieser Weise vorbereitete Dachziegel und zwar Fig. 7 die Ober- und Unterseite eines Biberschwanzdachsteines, Fig. 8 die beiden Seiten eines Falzziegels.

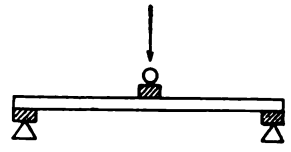


Fig. 6.

Zur Ausführung der Biegeversuche dienen die Pressen (Bauart **Amsler-Laffon**) mit 2 und 5 t Kraftleistung. Die Konstruktion und Wirkungsweise dieser Maschinen darf als bekannt vorausgesetzt werden[1]).

Fig. 7.
Oberseite Unterseite
eines für den Biegeversuch vorbereiteten Dachsteines (Biberschwanz).

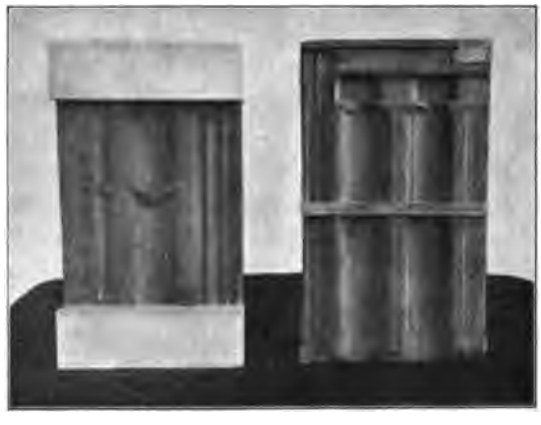


Fig. 8.
Unterseite Oberseite
eines für den Biegeversuch vorbereiteten Dachziegels (Falzziegel).

Prüfungen auf **Zugfestigkeit** gelangen hauptsächlich nur dann zur Anwendung, wenn es sich um bildungsfähige Materialien (z. B. Xylolit, fugenloser Fußbodenbelag und ähnliche Stoffe) handelt, die sich durch Formen in die für den Zugversuch geeignete Probenform (deutsche Normalform für Zementzugfestigkeitsversuche) bringen lassen. Die Probekörper dieser Form haben 5 qcm Zerreißungsquerschnitt.

Für Zerreißversuche mit Linoleum und Asphaltpappe werden gewöhnlich Streifen von 15 cm Breite bei 30 cm Meßlänge benutzt. Bestimmt werden Bruchlast, Spannung und gegebenenfalls auch Dehnung, sowie die Reißlänge.

[1]) **Martens**, Materialienkunde Abs. 602—609.

Prüfungsmaschinen sind die bekannten Zugfestigkeitsprüfer (Bauart Frühling-Michaelis) oder die Maschinen (Bauart Martens, Pohlmeyer usw.)[1].

Die Festigkeitseigenschaften werden entweder an trockenen, an mit Wasser gesättigten oder an dem Frost ausgesetzt gewesenen Probestücken ermittelt.

Zu 8. Stoßfestigkeit.

Die Prüfung auf Stoßfestigkeit soll darüber Aufschluß geben, welchen Widerstand Baustoffe Stößen entgegenzusetzen vermögen, die sie durch Begehen oder Befahren, Aufschlagen von Gegenständen usw. erleiden können. Die Stoßfestigkeit wird durch Schlagversuche ermittelt, bei denen ein Fallgewicht von bestimmter Schwere aus gemessener Höhe auf die Mitte des zu prüfenden Versuchsstückes herunterfällt, das in einem Kasten auf gesiebten und fest gerüttelten Sand mit der Hand durch Verschieben fest aufgelegt ist. Pappen werden auf Holzrahmen aufgenagelt.

Als Fallgewicht dient ein birnenförmiger eiserner Körper, dessen Gewicht der mutmaßlichen Stoßfestigkeit der Versuchskörper angepaßt ist. Es sind vier solcher Fallkörper in Gebrauch, die an dem unteren Ende halbkugelförmig abgerundet und am oberen Ende mit einer Öse versehen sind.

1. 5 kg = Bärgewicht; Krümmungsradius unten 45 mm;
2. 2 „ = „ „ „ 32 „
3. 1 „ = „ „ „ 26 „
4. ½ „ = „ „ „ 20 „

Die Schläge werden auf die Oberseite der Versuchskörper, und zwar auf die Mitte der auch in der Praxis beanspruchten Seite der Körper ausgeübt. Um Vergleichswerte für die Widerstandsfähigkeit verschiedener Erzeugnisse gegen Stoß zu erhalten, wird entweder an Proben diejenige Stoßarbeit ermittelt, die imstande ist, das Probestück mit einem Schlage zu zertrümmern (Bruchfaktor)[2] oder die Zahl der Schläge von bestimmter Größe wird festgestellt, die den Bruch herbeiführen. Die Versuche werden an zehn gleichen Körpern ausgeführt. Letztere Ausführungsform bildete bis jetzt die Regel. Im Zeugnis wird die Fallhöhe in m, die Schlagarbeit in mkg angegeben und die Schlagzahl für jeden Körper und die Art der Zerstörung mitgeteilt.

Zur Ausführung der Fallversuche dient nachstehend beschriebener Apparat[3] (Bauart Martens), dessen Auslösevorrichtung für den Bären so beschaffen ist, daß sie den freien Fall des Bären möglichst wenig beeinflußt.

Der in Fig. 9 dargestellte Apparat besteht im wesentlichen aus den beiden in Gelenken beweglichen hölzernen Gleitschienen a und a^1 und dem Führungsstück b, das durch den Stellring c und die Stellschraube d in beliebiger Höhe feststellbar ist. Die Gleitschiene a^1 ist mit einer Skala (Einteilung nach cm) versehen. Das Führungsstück trägt eine zur genaueren Einstellung der Fallhöhe dienende, in einem Schlitz verschiebbare Zeigervorrichtung e, die am unteren Ende eine Marke zur Einstellung der Fallhöhe trägt. An dem Führungsstück sind zur Auslösung des Bären die beiden Winkelhebel f und g angeordnet, von denen

---

[1] Martens, Materialienkunde Abs. 445, 509; 587—590; 564—573.

[2] Martens, Materialienkunde Abs. 247.

[3] Martens, Materialienkunde für den Maschinenbau, Jahrg. 1898. Verlag J. Springer zu Berlin. S. 162 und folgende.

der erstere zum Aufhängen des Fallstückes h dient. Der Griff i dient zur Auf- und Abwärtsbewegung des Apparates.

Zu 9. Abschleifbarkeit.

Eine zur Beurteilung der Verwendbarkeit von Fußbodenbelag oder Pflasterungsstoffen wichtige Eigenschaft ist die Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzen oder Abschleifen. Ein Ver-

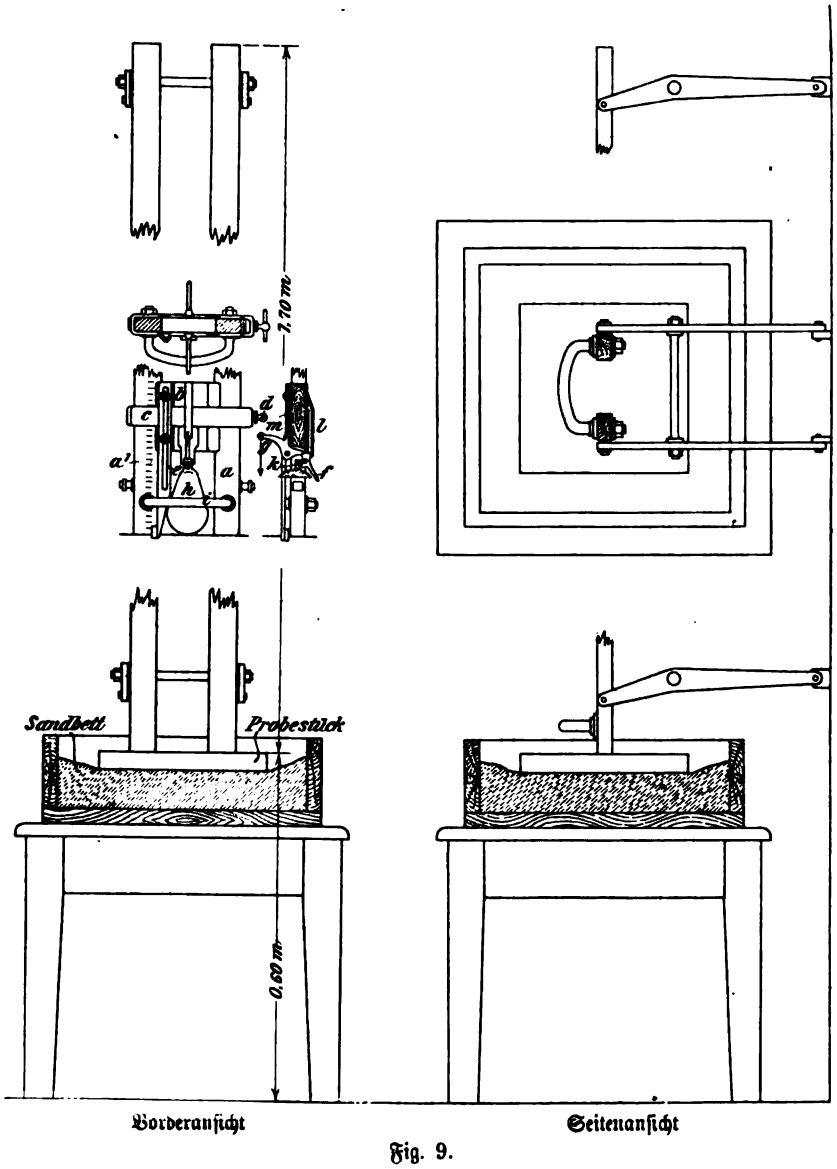


Fig. 9.
Kleines Fallwerk (Bauart Martens).

fahren zur Ermittelung dieser Eigenschaft, bei dem die Beanspruchung der wirklichen Beanspruchung in der Praxis gleich kommt, ist bis jetzt trotz der Wichtigkeit der Frage nicht aufgefunden worden. Man hat vielmehr bislang an der von Bauschinger eingeführten Prüfungsart, die Abnutzbarkeit durch Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Abschleifen

zu ermitteln, festgehalten, nach welcher Probestücke von quadratischem Querschnitt und 7,1 cm Seitenlänge, die entweder aus den zu prüfenden Materialien geformt oder auf der Steinsäge herausgeschnitten sind, im trockenen Zustande und nach Herstellung einer völlig ebenen Fläche mittels Schmirgel abgeschliffen werden.

Dies bis in die neueste Zeit angewendete sogenannte Bauschingersche Schleifverfahren ist in den „Mitteilungen" mehrfach beschrieben[1]).

Zur Zeit ist eine neue Maschine, ebenfalls Bauart Bauschinger, beschafft worden, die von der bis jetzt benutzten in einzelnen Teilen der Konstruktion etwas abweicht.

Man hat gegen dieses Schleifverfahren mit Recht verschiedene Bedenken geltend gemacht; denn selten wird ein Pflasterungsmaterial oder Fußbodenbelag ausschließlich durch Schleifen beansprucht. Das Pflaster wird, wie bereits Gary[2]) hervorhob, neben der schleifenden Wirkung der Wagenräder noch durch die Stöße der Räder beim Abrollen von einem Stein auf den anderen und durch die Schläge der Pferdehufe beansprucht, und auch Bürgersteige, Flure und Treppen erleiden Stöße und werden nicht lediglich abgeschliffen.

Auf den Grad der Abschleifung ist außerdem die Beschaffenheit der aufeinander reibenden Körper und die Art der Bewegung von wesentlichem Einfluß. Das rollende Wagenrad wirkt anders als die schleifende Stiefelsohle.

Weiche elastische Stoffe werden sich bei dem Abnutzungsversuch, bei dem das schleifende Korn in einem Bindemittel fest eingebettet ist und einen Bestandteil eines festen Körpers bildet (wie bei der Schmirgelscheibe, dem Schleifstein), stärker abnutzen, als bei einem Versuch, bei dem das schleifende Korn einen selbständig bewegten Körper bildet und zwischen dem abzuschleifenden Körper und der Unterlage hindurchgeführt wird (wie beim Abnutzungsversuch mit trockenem Schmirgel oder nassem Sand auf der Gußeisenscheibe)[3]). Das Korn drückt sich, wie man dies bei Abschleifversuchen mit Linoleum, Holz und ähnlichem Material beobachten kann, in die weiche Masse ein, so daß sie (an ihrer Oberfläche) selbst zu einem schleifenden Bestandteil wird, anstatt abgeschliffen zu werden. Der maßgebendere Einfluß ist schließlich auch die Geschwindigkeit, mit welcher das schleifende Korn auf die zu schleifende Fläche trifft.

Aus diesen Erwägungen heraus hat Gary ein anderes Verfahren zur Ermittelung der Abnutzbarkeit von Pflasterungs- und ähnlichen Materialien in Vorschlag gebracht, nämlich die Behandlung der Materialien über dem Sandstrahlgebläse. Die Beschreibung dieses Verfahrens und der hierzu benutzten Maschine soll weiterer Veröffentlichung vorbehalten bleiben. Es sei jedoch hier schon hervorgehoben, daß, wie die von Gary in dem in der III. Wanderversammlung des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zu Budapest gehaltenen Vortrage vorgezeigten, mit dem Sandstrahlgebläse beanspruchten Proben beweisen, dieses Verfahren außerordentlich geeignet ist, wertvolle Aufschlüsse über die Widerstandsfähigkeit und das Verhalten der zur Pflasterung und als Fußbodenbelag dienenden Baustoffe zu geben.

---

[1]) „Mitteilungen" 1896, S. 76 und 1897 S. 47.

[2]) „Mitteilungen" 1901, S. 211.

[3]) Martens: Über Abnutzung durch Schleifen. „Mitteilungen" 1886, S. 3 u. ff. „Baumaterialienkunde" 1901, S. 12.

Zu 10. Wasserdichtigkeit. — Wasserdurchlässigkeit.

Von einem guten Dachziegel wird verlangt, daß er eine dichte wasserundurchlässige Oberfläche hat, im übrigen aber eine gewisse Porosität besitzt. Es ist deshalb von Wichtigkeit, das Wasseraufsaugevermögen der Oberfläche, sowie die Wasserdurchlässigkeit des Scherbens kennen zu lernen.

Zu dieser Feststellung werden Dachziegelstücke von etwa 10 cm im Quadrat getrocknet und an den Bruchflächen mit einer Masse, hergestellt aus Mischung von Wachs und Kolophonium, gedichtet. Auf die Oberfläche von fünf in dieser Weise vorbereiteten Scherbenstücken werden mit Teilstrichen versehene Glasröhren von 35 mm lichtem Durchmesser wasserdicht aufgekittet und die Proben derart wagerecht gelagert, daß die untere Fläche genaue Beobachtung gestattet. Die Glasröhren werden bis zu einem gewissen Teilstrich (0) mit Wasser gefüllt; sodann wird beobachtet, innerhalb welcher Zeit eine gewisse Menge des Wassers in den Ziegel einzieht und welche Zeit vergeht, bis sich etwa an der Unterseite des Scherbens unterhalb der Röhren Durchsickern des Wassers (durch einen dunklen Fleck kenntlich) bemerkbar macht oder an der unteren Fläche Tropfenbildung entsteht. Der Stand der Wassersäule wird nach 1, 2, 3, 4, 5, 24 und 72 Stunden beobachtet und vermerkt. Falls innerhalb dreier Tage weder Durchsickern des Wassers noch Tropfenbildung eintritt, wird der Versuch abgebrochen. Statt der Scherbenstücke werden auch die ganzen Dachsteine zur Prüfung benutzt (siehe Fig. 10). Dachpappen und Stoffe, die zum Isolieren dienen, werden in gleicher Weise auf Wasserdurchlässigkeit geprüft.

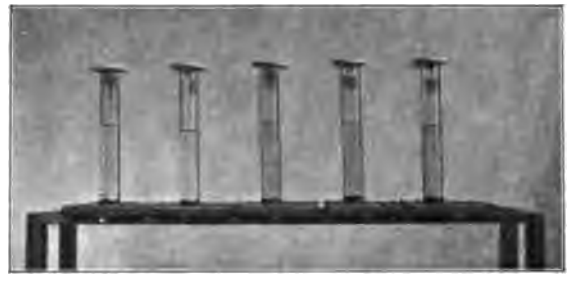


Fig. 10.
Dachziegel, für die Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit vorbereitet.

Um die Oberfläche der Dachsteine zu dichten, werden diese häufig mit einer Glasur oder einem sonstigen Überzug (Teeranstrich) versehen. Da durch äußere mechanische Einflüsse irgend welcher Art diese Glasur oder der Überzug häufig schadhaft wird, ist es auch von Wert, die Wasserdurchlässigkeit (Porigkeit) des Scherbens unter der Glasur oder dem Überzug zu ermitteln.

Zu diesem Zweck wird die Glasur oder der Überzug an einer Stelle der Dachsteinoberfläche abgeschliffen und auf die so bloßgelegte Stelle des Scherbens die mit Teilung versehene Glasröhre aufgekittet und mit Wasser gefüllt. Die weitere Ausführung des Versuchs ist dann dieselbe wie vorbeschrieben.

In vielen Fällen ist es nicht möglich, genügend große ebene Flächen auf der Dachziegeloberfläche zu finden, auf die die Glasröhren aufgekittet werden können. In solchen Fällen wird folgendes Verfahren angewendet.

An dem unteren Ende oder wenn nötig an beiden Enden werden die Dachziegel mit Stegen aus reinem Zement versehen und in die hierdurch allseitig geschlossenen Vertiefungen, d. h. in die Hohlkehlen der wagerecht gelagerten Dachziegel, Wasser eingegossen. Ein für den Versuch vorbereiteter Dachziegel ist in Fig. 11 dargestellt. Während dreier Tage wird die untere Fläche der Dachziegel daraufhin beobachtet, ob dunkle Flecke (feuchte Stellen) oder

Ergebnisse der Prüfung

Material: Gußasphalt.

Ausgeführt sind drei Versuche mit Verwendung der geschlitzten Eisenplatte von 2,0 cm Schlitzbreite. Die Proben

Probe Nr.	Material	Richtung der Schlitzbreite zur Pappe	Mittlere Probendicke cm	Breite des Schlitzes cm	Wahrnehmen der ersten Tropfenbildung bei Atm.	Verlauf des Versuches
1	Isolierpappe besonderer Art	längs	0,27	1,0	6,0	—
2			0,27		5,2	
3			0,26		5,5	
4		quer	0,26		5,0	
5			0,27		2,0	
6			0,27		4,4	
7		längs	0,26	1,5	[6,4]	Bei 1,9 Atm. nimmt Probe am Schlitzrande feuchtes Aussehen an.
8			0,26		0,3	
9			0,26		4,0	
10		quer	0,26		3,2	
11			0,26		3,4	
12			0,26		2,4	—
13		längs	0,26	2,0	2,6	
14			0,27		2,2	
15			0,26		3,0	
16		quer	0,26		1,8	
17			0,26		2,0	
18			0,26		2,0	
19	Asphalt-Filz[1])	längs	0,58	1,0	—	Bis 16 Atm. belastet. Durchdringen von Wasser war nicht wahrzunehmen.
20			0,70		—	
21			0,59		—	
22		quer	0,66		—	
23			0,80		—	
24			0,78		—	

[1]) Zum Abdichten der Proben mußten die Kiesschichten vor dem Versuch entfernt werden. Beim festen Anziehen der Schrauben wurde das Material an der Dichtungsfläche stark zusammengedrückt und in den Schlitz stark hineingedrängt.

Tropfenbildung entsteht. Das gleiche Verfahren wird auch benutzt, wenn, wie häufig verlangt, die Wasserdichtigkeit der Falze ermittelt werden soll, auf die die Glasröhren nicht aufgekittet werden können.

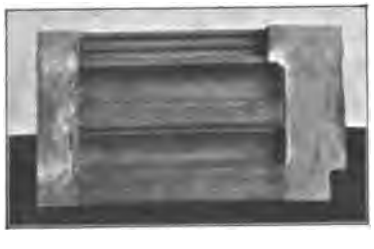


Fig. 11.
Falzziegel, für die Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit vorbereitet.

Bei mehrfach ausgeführten vergleichenden Versuchen mit nach beiden vorbeschriebenen Arten vorbereiteten Probestücken hat sich herausgestellt, daß bei dem zweiten Verfahren eine stärkere Beanspruchung der Dachziegel eintritt. An den ganzen mit Stegen versehenen Dachziegeln trat nämlich häufig Durchsickern des Wassers und deutliches Abtropfen des durchgesickerten Wassers ein, während bei den mit Glasröhren versehenen Versuchsstücken höchstens Dunkelwerden der Unterfläche beobachtet wurde.

auf Wasserdurchlässigkeit.

Probendicke: 1,89 bis 2,01 cm.
wurden 15 Minuten mit 30 Atm. beansprucht; Wasserdurchtritt konnte nicht beobachtet werden.

Probe Nr.	Material	Richtung der Schlitzbreite zur Pappe	Mittlere Probendicke cm	Breite des Schlitzes cm	Belastung Atm. P Höchstlast	Belastung Atm. p beim Feuchtwerden der Probenoberfläche	Verlauf des Versuches
25	Asphalt-Filz [1])	längs	0,66	1,5	—	—	Schon beim erstmaligen Anziehen der Schrauben wird Probenoberfläche feucht. Druck auf 16 Atm. gesteigert. Wasserdurchtritt nimmt nicht zu.
26			0,71		—	4	Druck auf 16 Atm. gesteigert. Wasserdurchtritt nimmt nicht zu.
27			0,65		16	—	Ohne Feuchtwerden.
28		quer	0,53		18	—	desgl.
29			0,60		—	—	Schon beim erstmaligen Anziehen der Schrauben wird Probenoberfläche feucht. Bei geringster Drucksteigerung starker Wasserdurchtritt.
30			0,56		—	1	Wie bei Nr. 26.
31		längs	0,75	2,0	17	—	Ohne Feuchtwerden.
32			0,51		—	3	Bei 10 Atm. starker Wasserdurchtritt.
33			0,52		—	4	30 Sekunden mit 17 Atm. beansprucht. Druck sinkt ab, bei 15 Atm. spritzt Wasser durch.
34		quer	0,65		11	2,6	—
35			0,62		12 [2])	2,3	[1]) Druck fiel ab, wurde dreimal neu angehoben.
36			0,74		—	1,8	Druck auf 17 Atm. gesteigert, Wasserdurchtritt nimmt nicht zu.

Die Feststellung der Wasserdichtigkeit ist auch für gewisse Fußbodenbelagstoffe (Zementplatten, Asphalt und Linoleum, fugenloser Fußboden usw.) von Wichtigkeit. Bei solchen Materialien wird das erstere der geschilderten Verfahren zur Bestimmung der genannten Eigenschaften benutzt. Bei Linoleum wird auch die Unterseite (Jutegewebeschicht) auf Wasserundurchlässigkeit geprüft, da diese wasserdicht sein soll.

In einzelnen Fällen sind zur Ermittelung der Aufsaugefähigkeit der Materialoberfläche sogenannte Berieselungsversuche ausgeführt worden. — Für diese Versuche werden die Probestücke in einem bestimmten Winkel aufgestellt und Wasser aus gelochten Röhren beständig (Stunden oder Tage lang) über die Oberfläche der Probestücke rieseln gelassen. Das Verhalten der Probenoberfläche wird beobachtet.

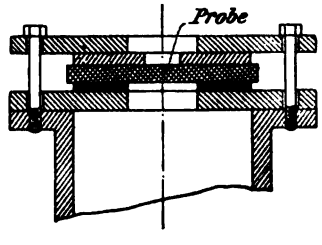


Fig. 12.

Zur Prüfung von Isolierstoffen auf Wasserdichtigkeit unter Druck werden nach Vorschlag von Rudeloff Proben des zu prüfenden Materials als Abschluß eines Druckgefäßes verwandt und mit einer geschlitzten Eisenplatte nach Fig. 12 hinterlegt. Die Schlitzbreiten haben in mehreren Fällen 1,0, 1,5 und 2,0 cm betragen.

Die Art der Darstellung des Versuchsergebnisses ist aus vorstehender Tabelle, in der die Ergebnisse mit drei Isolierstoffen vorgenommener Wasserdurchlaßversuche verzeichnet sind, ersichtlich.

In diesem Falle wurde

a) bei den Versuchen mit Isolierpappe der Druck langsam solange gesteigert, bis Wasser durch die Probe hindurchdrang,

b) bei den Versuchen mit Asphalt-Filz die Pressung unter wiederholtem Nachspannen der Schrauben allmählich bis zur Belastung P gesteigert, ohne daß auf der Probe durchgedrungenes Wasser wahrgenommen werden konnte. Dann wurde die Druckwasserzufuhr abgestellt und die Probe unter der Belastung P stehengelassen. Letztere fiel langsam ab; bei der Belastung p nahm die Probenoberfläche feuchtes Aussehen an,

c) bei den Versuchen mit Gußasphalt nur die geschlitzte Eisenplatte mit 2,0 cm Schlitzbreite verwendet, der Druck langsam bis 30 Atm. gesteigert und die Belastung 15 Minuten lang hochgehalten.

Handelt es sich um die Ermittelung des Widerstandes gegen höheren Wasserdruck, so wird das in den „Mitteilungen" 1893, Heft 4, S. 228 u. 235, beschriebene Verfahren angewendet.

Zu 11. Lösliche Salze und schädliche Beimengungen.

Die im Steine vorhandenen in Wasser leicht löslichen, vorzugsweise schwefelsauren Salze, die je nach Umständen mehr oder minder starke Auswitterungen hervorrufen können, haben ihren Ursprung zum Teil in der Zusammensetzung der zur Herstellung der Ziegel benutzten Tone oder können auch durch die Verbrennungsgase des Ofens während des Brennprozesses erzeugt sein. Diese Salze wirken nicht in allen Fällen unmittelbar auf den Zusammenhang des Steinmaterials schädigend ein, können aber dadurch, daß sie abwechselnd, wenn Wasser beim Regen oder durch Auffaugung in die Steine einzieht, beim Trocknen von dem verdunsteten Wasser wieder an die Oberfläche des Steines getragen werden und dort sich in Kristallen absetzen, mit der Zeit das Gefüge des Steines mehr oder weniger lockern und dadurch dessen Festigkeit beeinträchtigen. Außerdem verleihen sie dem Mauerwerk ein schlechtes Aussehen und können unter Umständen den Zusammenhang zwischen Putz und Mauerwerk aufheben und auf Tapeten, Ölfarbenanstriche oder Malereien zerstörend wirken.

Die beobachteten Auswitterungen können aber auch aus dem verwendeten Mörtel herrühren. Es ist deshalb wichtig, den Gehalt von Ziegelsteinen an löslichen Salzen vor deren Verwendung festzustellen.

Der schwefelsaure Kalk — Gips — in Ziegelsteinen ist nicht als schädliches, auswitterndes Salz anzusehen, weshalb dessen Bestimmung für gewöhnlich unterbleiben kann.

Soll dennoch in gewissen Fällen der Gehalt an allen in Wasser löslichen Bestandteilen ermittelt werden, so wird hierbei wie folgt verfahren. Aus dem Innern von zehn Steinen werden mehrere Stücke entnommen und derart zerkleinert, daß auf dem Siebe von 600 Maschen auf 1 qcm kein Rückstand verbleibt. 50 g des Pulvers werden mit etwa

700 ccm destilliertem Wasser in einem Kolben von 1 l Inhalt auf dem Wasserbade eine Stunde erhitzt.

Nach dem Erkalten und Absitzenlassen wird unter Berücksichtigung des dem angewandten Materiale entsprechenden Rauminhalts die Hälfte der Flüssigkeit (25 g Stoffmenge entsprechend) mit einigen Kubikzentimetern salzfreien Tonerdebreies versetzt und abfiltriert.

Durch Eindampfen der Lösung, schwaches Glühen und Wiegen des Rückstandes ergibt sich die Menge der in Wasser löslichen Salze.

Die Bestimmung der leicht löslichen, schädlichen Salze geschieht wie folgt:

200 g durch das 600-Maschensieb gesiebtes Ziegelpulver wird mit etwa $^3/_4$ l Wasser in einem Kolben von 1 l Inhalt unter öfterem Umschütteln auf dem Wasserbade 1 Stunde lang erhitzt. Nach dem Erkalten wird der Kolbeninhalt bis zur Marke aufgefüllt und absitzen gelassen. 460 ccm des Filtrates (100 g entsprechend) werden auf ein kleines Volumen eingeengt und der Kalk in der üblichen Weise durch Fällen mit oxalsaurem Ammon und Filtrieren entfernt. Das Filtrat, welches die leicht löslichen Salze enthält, wird hierauf zum Trocknen verdampft und der Rückstand nach dem Glühen, wobei sich die Ammonsalze verflüchtigen, gewogen.

Das Gewicht des Glührückstandes gibt dann den Gehalt an leicht löslichen Salzen in Prozenten an.

Durch neuere ausgedehnte Untersuchungen Mäcklers[1]) ist festgestellt worden, daß die absolute Menge leicht löslicher Salze kein sicheres Maß für die Auswitterungsfähigkeit der Steine abgibt; denn wie die Versuche ergaben, zeigten Steine mit verhältnismäßig hohem Gehalt an solchen Salzen (schwefelsaures Natron und schwefelsaure Magnesia) oft weit geringere Auswitterungen, als solche mit nur schwachem Salzgehalt. Die Feststellung des letzteren hat daher für die Beurteilung des Grades der Auswitterungsfähigkeit nur bedingten Wert. Das eigentümliche Verhalten der Ziegel nach dieser Richtung wird der ungleichen Porenverteilung in der Steinmasse zugeschrieben. Die Versuche hierüber sind indeß noch nicht abgeschlossen. In Verbindung mit der Bestimmung des Gehaltes an Salzen genannter Art werden auf Grund der Mäcklerschen Feststellungen nach Vorschlag des Chemischen Laboratoriums für Tonindustrie sogenannte künstliche Auswitterungsversuche angestellt. Zu diesem Zwecke werden halbe Ziegelsteine mit Hilfe darauf gesetzter oben geschlossener Glaszylinder, aus denen allmählich Wasser in die Steinmasse eindringt, wassersatt gemacht und dann trocknen gelassen. Beim Austrocknen treten je nach Umständen die auskristallisierenden leichtlöslichen Salze mehr oder minder deutlich an die Außenflächen der Steinstücke.

In den gebrannten Steinen findet sich auch häufig Ätzkalk in mehr oder weniger großen Stücken vor, herrührend aus dem im Rohmaterial enthaltenen kohlensauren Kalk (Mergelknollen). Fein verteilt ist dieser beim Brennen in Ätzkalk verwendete Kalk im Stein unschädlich; ist er jedoch in Stückform vorhanden, so wirkt er, durch freiwilliges Zerfallen an der Luft sich stark ausdehnend, treibend und sehr schädlich, indem er Absprengungen in mehr oder minder erheblichem Maße herbeiführt.

Zur Ermittelung etwa vorhandener schädlicher Beimengungen im ungebrannten Material werden einige Stücke des geformten ungebrannten Steines in Wasser aufgeweicht,

[1]) Protokoll der Verhandlungen des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie. 1903 und 1904.

geschlämmt und bei 100 C° getrocknet. Der Schlämmrückstand wird nach Gewicht festgestellt und auf Vorhandensein schädlicher Beimengungen (kohlensaurer Kalk, Schwefelkies usw.) untersucht.

Zu 12. Säurebeständigkeit.

Fußbodenbelagstoffe, die in Räumen gewisser Fabriken (chemische Fabriken, Färbereien usw.) zur Verwendung gelangen, müssen gegen Säureeinwirkung widerstandsfähig sein.

In der Versuchsanstalt wird zur Ermittelung dieser Widerstandsfähigkeit gegen Einwirkung von Säuren oder säurehaltigen Stoffen folgendes Verfahren angewendet.

a) Am zerkleinerten Material bestimmt.

Kleine Materialstücke werden im Mörser zerstoßen und von dem Zerkleinerungsmaterial der Teil gewonnen, der durch ein Sieb von 60 Maschen auf 1 qcm hindurchgeht, dagegen auf dem Siebe von 120 Maschen auf 1 qcm zurückbleibt. 100 g des so erhaltenen feinkörnigen Pulvers werden 24 Stunden, unter öfterem Umschütteln, der Einwirkung zehnprozentiger Salzsäure ausgesetzt. Ein bestimmter Teil der Flüssigkeit wird auf dem Wasserbade abgedampft und der Verdampfungsrückstand schwach geglüht und gewogen. Hieraus ergibt sich dann der Gehalt an in Salzsäure löslichen Bestandteilen.

b) An Stücken bestimmt.

1. Drei halbe Ziegel usw. werden in ein zum Teil mit konzentrierter Salzsäure gefülltes Glas so eingetaucht, daß sie ungefähr zur Hälfte aus der Salzsäure herausragten.

2. Drei halbe Ziegel usw. werden in derselben Weise in Nitrosäure (1 Teil konzentrierte Schwefelsäure und 1 Teil konzentrierte Salpetersäure) gestellt.

Das Verhalten der Proben wird innerhalb 14 Tagen täglich beobachtet und etwa eingetretene Beschädigungen werden vermerkt. Ein ähnliches Verfahren dient auch dazu, die Widerstandsfähigkeit der Glasur glasierter Dachsteine festzustellen.

Einige glasierte Steine oder Steinstücke werden in ein zum Teil mit konzentrierter Salzsäure gefülltes Glas so eingetaucht, daß sie ungefähr zur Hälfte aus der Säure herausragen. Einige andere Steine oder Stücke werden mit einer Glasglocke bedeckt, unter welcher sich gleichzeitig eine Schale mit rauchender Salzsäure befindet. Es wird dann beobachtet, nach welcher Zeit die Glasur in der Säure und in dem Säuredampfe eine Abnahme des ursprünglichen Glanzes, ein Hervortreten bunten Farbenschimmers (Irisieren) zeigt. Unter der Wirkung der Säuredämpfe überzieht sich die nicht wetterbeständige Glasur nach längerer oder kürzerer Frist mit einem weißen, leicht anhaftenden Anfluge (Hydrosilikat), unter welchem nach Abwischen desselben das Irisieren hervortritt. Gute, wetterbeständige Glasuren zeigen diese Erscheinung überhaupt nicht oder erst nach sehr langer Frist.

Zu 13. Verhalten gegen Einwirkung von Wasser, schwachen (organischen und mineralischen) Säuren und Laugen (Basen).

Fußbodenbelag muß, abgesehen von einer möglichst großen Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzen und Abschleifen, unter gewissen Umständen auch eine solche gegen die Einwirkung von Agenzien besitzen, die dem täglichen Gebrauch dienen und durch Gehalt an Säuren, Ölen, Alkalien oder sonstigen Stoffen schädlicher Art auf den Belag einwirken können; so namentlich in Baderäumen, Krankenhäusern, Laboratorien, Malerateliers, Modellierſälen, Wirtshäusern, Schulen usw.

Die Fußbodenbelagstoffe werden demgemäß auf die Einwirkung der jeweilig in Betracht kommenden Flüssigkeiten geprüft. Dabei werden die hervorgerufenen etwaigen Farbe-, Gefüge- oder sonstigen Veränderungen der Stoffoberfläche festgestellt. Versuchsflüssigkeit, Versuchsdauer und sonstige Bedingungen müssen dem jeweiligen Verwendungszweck und den in Frage kommenden praktischen Verhältnissen angepaßt werden.

Für Linoleum und Materialien, aus denen die sogenannten fugenlosen Fußböden hergestellt werden, also Xylolit, Xylopal usw., hat sich folgendes Verfahren als zweckmäßig herausgestellt.

Probestücke von etwa 20 cm im Quadrat werden mit den zu benutzenden Versuchsflüssigkeiten des öfteren abwechselnd zur Hälfte bestrichen, mit Wasser abgespült und getrocknet und das Verhalten der Probenoberfläche nach wiederholtem Bestreichen (gewöhnlich 14 Tage lang täglich einmal) beobachtet. Etwaige Veränderungen im Farbton oder Gefüge, durch Vergleich der gestrichenen mit der ungestrichenen Probenhälfte festgestellt, werden vermerkt. Ist die Einwirkung durch öfteres Bestreichen nicht energisch und wirksam genug, so werden die Probestücke zur Hälfte in die Versuchsflüssigkeiten eingetaucht und nach mehrwöchiger Lagerung in denselben auf Aussehen und Bruchflächenbeschaffenheit untersucht.

In mehreren Fällen waren die Versuchsflüssigkeiten: Wasser, 2½prozentige Salzsäure, 2½prozentige Salpetersäure, Schwefelsäurelösungen, 2½prozentige Sodalösung, 2½prozentige Ammoniaklösung, stark alkalisch reagierende Seifenlaugen und Petroleum. Die Art der Darstellung des Versuchsergebnisses ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

<table>
<tr><th>Linoleum-Marke</th><th>Wasser</th><th>2prozentige Salzsäure</th><th>2prozentige Salpetersäure</th><th>2prozentige Schwefelsäure</th><th>2prozentige Sodalösung</th><th>2prozentige Ammoniaklösung</th><th>Stark alkalisch reagierende Seifenlauge</th><th>Petroleum</th></tr>
<tr><td>A</td><td>Farbe unverändert</td><td colspan="3">Nach dem Abwaschen mit Wasser und hierauf erfolgtem Trocknen zeigten die Proben eine kaum merkliche Veränderung des ursprünglichen Farbtones</td><td colspan="3">Nach dem Abwaschen mit Wasser und erfolgtem Trocknen war eine erhebliche Verdunkelung des Farbtones eingetreten</td><td>Farbe unverändert</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Farbe unverändert</td><td colspan="3">Der Farbton war etwas heller geworden</td><td colspan="3">Die Farbe hatte sich etwas verdunkelt, und zwar durch Sodalösung am stärksten und durch Seifenlauge am schwächsten</td><td>Farbe unverändert</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Farbe unverändert</td><td>Das Linoleum hatte eine auffallend dunklere Farbe angenommen</td><td>Die ursprüngliche Farbe war kaum merklich dunkler geworden</td><td>Farbe unverändert</td><td>Das Linoleum hatte eine auffallend dunklere Färbung angenommen</td><td>Farbe unverändert</td><td>Die ursprüngliche Farbe war kaum merklich dunkler geworden</td><td>Die ursprüngliche Farbe war kaum merklich dunkler geworden</td></tr>
</table>

Für einen besonderen Fall, bei dem es sich namentlich um die Feststellung des Einflusses von Flüssigkeiten handelte, die in Krankenhäusern usw. Verwendung finden, wurden folgende Versuchsflüssigkeiten angewendet: Wasser, 2prozentige Salzsäure, 2prozentige Essigsäure, 2prozentige Natronlauge, 2prozentiges Ammoniak und Terpentinöl.

Die hierbei gewonnenen Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle verzeichnet.

Probematerial		Wasser	2prozentige Salzsäure	2prozentige Essigsäure	2prozentige Natronlauge	2prozentiges Ammoniak	Terpentinöl	2prozentige Natronlauge aufgepinselt
Xylopal, aus einem Hause entnommen	wenig begangen	unverändert	angefressen	angefressen	unverändert	unverändert	Ablösung der schützenden Ölschicht	unverändert
	viel begangen	etwas helleres Aussehen, sonst unverändert	stark zerfressen; Bindemittel herausgelöst		etwas helleres Aussehen, sonst unverändert		unverändert	helleres Aussehen
Linoleum		unverändert	Glanz abgestumpft, sonst unverändert	unverändert	innerhalb 2 Tagen vollständig aufgelöst	unverändert	unverändert	Oberfläche wird rauh

Prüfungen besonderer Art.

Zu 14a. Biegsamkeit von Linoleum.

Zur Feststellung der Biegsamkeit von Linoleum und ähnlichen Stoffen werden Streifen von 20 cm Länge, 5 cm Breite und einer der laufenden Fabrikation entsprechenden Dicke mit der Gewebeseite nach unten um Dorne (Holzzylinder) von verschiedenem Durchmesser langsam herumgebogen und das Verhalten der Proben beim Umbiegen beobachtet. Die Versuche werden mit Proben bei + 20 C° (Zimmerwärme) und + 40 C° ausgeführt; die Probestücke werden in der Walzrichtung und quer zur Walzrichtung geprüft.

Die eintretende Veränderung äußert sich hauptsächlich in feinen Öffnungen und feinen Rissen, die mit kleinerwerdendem Dorndurchmesser in breitere, klaffende Risse übergehen, bis schließlich der Bruch der Oberfläche eintritt.

Die bis jetzt verwendeten Dorne hatten Durchmesser von 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15 und 10 mm. Nachstehende Tabelle zeigt die Darstellung des Prüfungsbefundes.

Durchmesser des Dornes mm	Verhalten der Proben bei dem Umbiegen			
	in der Walzrichtung		quer zur Walzrichtung	
	bei + 20 C°	bei + 40 C°	bei + 20 C°	bei + 40 C°
45	Unverändert	Unverändert	Unverändert	Unverändert
40	desgl.	desgl.	Vereinzelte feine Öffnungen	Vereinzelte feine Öffnungen
35	desgl.	desgl.	Einzelne kurze Risse	Einzelne kurze Risse, die sich allmählich zu längeren klaffenden Rissen erweiterten
30	Vereinzelte feine Öffnungen	Einzelne Proben zeigten nur vereinzelte feine Öffnungen, andere kurze Risse, die sich allmählich zu längeren klaffenden Rissen erweiterten	Längere, zum Teil klaffende Risse	—
25	Längere, zum Teil klaffende Risse		—	—

Zu 14b. *α*) Feststellung des elastischen Verhaltens unter langsam ansteigender Druckbeanspruchung (Zusammendrückbarkeit).

Korkplatten, Korksteine und Korklinoleum werden häufig dort verwendet, wo es sich um schalldämpfende und gleichzeitig elastische Zwischenlagen handelt, die mehr oder weniger beträchtliche Drucklasten aufnehmen sollen, so z. B. als Unterlagen zwischen Brückenträgern und Holzquerschwellen. Bekanntlich ist die völlige Zerstörung von Korkstein oder Korkplatten durch Druck zwischen ebenen Platten nicht zu erreichen. Die Platten oder Steine drücken sich (Gary, „Mitteilungen" 1901, S. 47,) unter der steigenden Druckbeanspruchung zusammen, bauchen sich je nach der Dicke der Proben seitlich mehr oder weniger aus, erhalten auch wohl in den ausgebauchten Flächen Risse, verdichten sich aber im übrigen unter dem wachsenden Druck mehr und mehr, bis das völlige Aufeinanderliegen aller auf die geringste Höhe zusammengepreßten Korkteilchen erreicht ist, die vermöge ihrer großen Reibung an den Druckplatten parallel mit den Druckflächen nicht ausweichen können und damit die Zerstörung der Platten verhindern. Nach erfolgter Entlastung gehen die Stücke mehr oder weniger in die ursprüngliche Lage zurück, ohne irgend welche sichtbaren Beschädigungen aufzuweisen. Infolge dieser Eigenschaft sind die Korksteine und Platten imstande, verhältnismäßig große Drucklasten zu übertragen.

Die Art und Weise, wie die Zusammendrückbarkeit unter verschiedener Belastung und das elastische Verhalten bei stufenweiser Be- und Entlastung ermittelt wird, ist folgende:

Probestücke von 20 · 20 cm = 400 qcm Fläche werden abwechselnd zwischen ebenen eisernen Platten in der Presse einem langsam steigenden Druck von 500 bis 10000 kg, d. h. 1,25 bis 25 kg/qcm, auf Wunsch auch höheren Drucken ausgesetzt und die Zusammendrückung unter den einzelnen Laststufen gleichzeitig an zwei gegenüberliegenden Seiten der Probestücke gemessen; die Dicke der Probestücke wird ferner sofort nach der Entlastung und nach Verlauf von 24 Stunden gemessen.

Über die Ergebnisse solcher Versuche ist in den „Mitteilungen" 1901 berichtet.

β) Widerstandsfähigkeit gegen Eindrücken unter der Einwirkung ruhender Last. Dauerversuche (Druckempfindlichkeit).

Fußbodenbeläge sollen unter Umständen elastisch sein und doch eine genügende Widerstandsfähigkeit unter dem Druck ruhender Lasten, wie schwerer Möbel, Geldschränke, Klaviere usw.) aufweisen. Um zunächst zu ermitteln, welche Lasten dem Material beim langsam steigenden Belasten von Teilen der Oberfläche mittels stempelartiger Stücke überhaupt zugemutet werden können, ehe ein bleibender Eindruck sichtbar wird oder irgend welche Zerstörungserscheinungen eintreten, werden auf die Mitte der zu prüfenden Stücke (gewöhnlich quadratische Platten von 10 cm Kantenlänge = 100 qcm Fläche), die auf eben geschliffenen Eisenplatten gelagert sind, Holzstempel mit quadratischem Querschnitt von 5 cm Kantenlänge mit schwach gebrochenen Kanten aufgesetzt und in der Presse stufenweise solange steigend belastet und wieder entlastet, bis ein merklicher Eindruck sichtbar wird. Dann wird die Belastung fortgesetzt, bis längs der Kanten des Preßstempels in der Materialoberfläche Rißbildung eintritt. Die Lasten, die zur Hervorbringung des ersten sichtbaren Eindrucks und der Risse erforderlich sind, werden verzeichnet. Zwecks Ermittelung der Druckempfindlichkeit bei Dauerbelastungen und zur gleichzeitigen Feststellung, ob und in welcher Zeit etwa die belasteten Teile des Materials in die alte Lage zurückkehren, werden auf Probestücke von 20 · 20 cm = 400 qcm Fläche, die auf ebenen Platten gelagert sind, Holzstempel quadratischen Querschnitts von 7,1 · 7,1 cm = 50 qcm Fläche aufgesetzt und längere Zeit mit verschiedenen Lasten beansprucht. Die Dicke der Platten wird an den belasteten Flächen sofort nach der Entlastung, sodann in Zwischenräumen von je 24 Stunden, bis schein-

bar Gleichheit in den Abmessungen eintritt, und schließlich 7 Tage nach der letzten Dickenbestimmung gemessen. Es wird beobachtet, ob Zerstörungserscheinungen (Rißbildungen längs der Druckkanten) eingetreten sind oder nicht.

Versuche vorbeschriebener Art sind bis jetzt nur in einem Falle ausgeführt worden. Hierbei ist das Material (Korklinoleum)

1. 72 Stunden mit 300, 200 und 100 kg, d. h. 12, 8 und 4 kg/qcm,
2. 90 „ „ 175, 75 „ 50 „ „ „ 7, 3 „ 2 „ „

beansprucht worden.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in nebenstehender Tabelle enthalten und gleichzeitig durch Schaulinien in Fig. 13 zeichnerisch dargestellt.

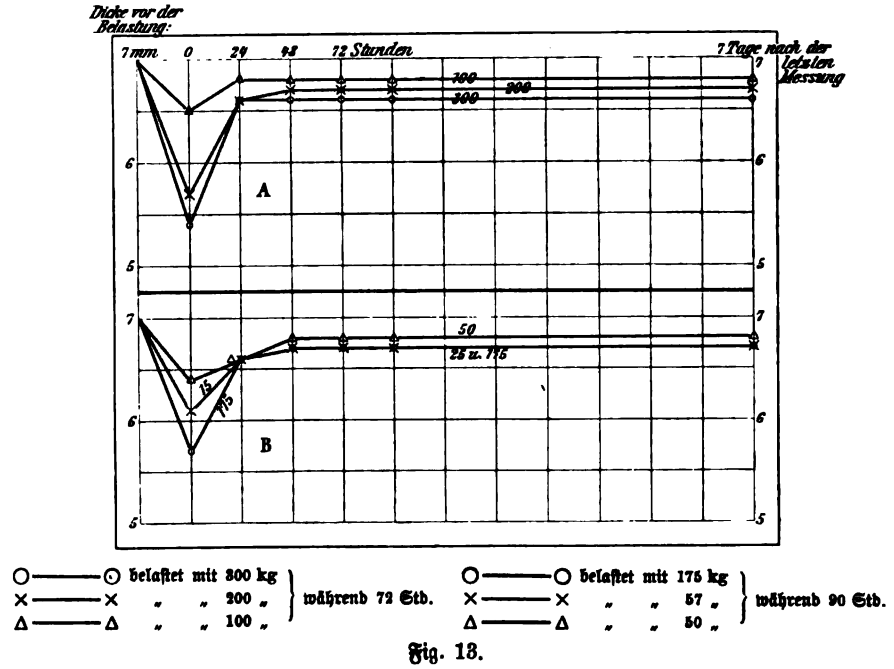


Fig. 13.

Rückgang der Zusammendrückung nach der Entlastung und bleibende Zusammendrückung.

Zu 15. Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Asphalt und Asphaltplatten gegen Eindrücken.

Ähnliche Versuche wie unter 14b) unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Wärme der Luft werden auch mit Asphalt und Asphaltplatten ausgeführt.

Das Verfahren ist in den „Mitteilungen", Jahrgang 1897, Heft 1, S. 74 und ff. beschrieben.

Auf die nähere Schilderung dieses Verfahrens kann deshalb an dieser Stelle verzichtet werden. Bemerkt sei nur, daß die Eindruckversuche in der Weise ausgeführt werden, daß die auf den gewünschten Wärme- oder Kältegrad gebrachte Asphaltplatte auf die im Kugellager bewegliche Druckplatte der Amsler-Laffonschen Presse (32 t) gelegt, auf die Oberseite der Asphaltplatte ein scharfkantiger Stahlzylinder von 4,2 cm Durchmesser, 3,18 qcm Querschnitt und 3 cm Höhe gesetzt und dieser zunächst soweit belastet wird, bis ein merklicher Eindruck auf der Oberfläche der Platte sichtbar wird; sodann wird die Belastung fortgesetzt, bis Riß-

Ergebnisse der Prüfung von 7 mm dickem Linoleum.
Mittelwerte aus je drei Einzelversuchen.

Belastung kg		Bleibende Zusammendrückung in mm und %					
		sofort	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden	96 Stunden	7 Tage nach der letzten Messung
		nach der Entlastung					
Dauer der Belastung: 72 Stunden.							
300	mm	1,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	%	22,9	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
200	mm	1,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
	%	18,6	5,7	4,3	4,3	4,3	4,3
100	mm	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	%	7,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Dauer der Belastung: 90 Stunden.							
175	mm	1,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
	%	18,6	5,7	4,3	4,3	4,3	4,3
75	mm	0,9	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
	%	12,9	5,7	4,3	4,3	4,3	4,3
50	mm	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	%	8,6	4,3	2,9	2,9	2,9	2,9

bildung eintritt. Da die Anfangsbelastung und der Grad, mit welchem die Last gesteigert werden kann, bis ein merklicher Eindruck sich zeigt, von dem Wärmezustand des Materials abhängig sind, wird die Anfangsbelastung und die Art der Laststeigerung zunächst durch Vorversuche ermittelt.

Die mit verschiedenen Erzeugnissen gefundenen Ergebnisse werden demnächst gesondert veröffentlicht.

Zu 16. Widerstandsfähigkeit gegen Raddruck.

Eine weitere Prüfung besonderer Art ist die Ermittelung der Widerstandsfähigkeit gegen Raddruck. Sie geschieht in der Weise, daß die auf einem Holzrahmen allseitig frei aufliegende Platte in der Mitte durch ein Stück Radkranz aus Gußeisen, dessen Felgenbreite der Druckfläche des jeweilig in Betracht kommenden Wagenrades entspricht, soweit belastet wird, bis die Zertrümmerung des Versuchsstückes erfolgt. Besonders bemerkenswerte Versuche dieser Art waren diejenigen, die in einem Falle für die Firma „Deutsches Luxfer Prismen-Syndikat, G. m. b. H., zu Berlin" ausgeführt wurden. Es handelte sich hierbei um die Entscheidung der Frage, welchen Widerstand die von der genannten Firma hergestellten und gelieferten Glasfliesen dem Raddruck entgegensetzen und ob sie mit Postrollwagen befahren werden können, wobei ein Rad eine Platte mit etwa 300 kg und bei dreifacher Sicherheit mit 900 kg belastet. Zwei Radmodelle der Postrollwagen kamen in Frage, nämlich:

1. das Bayerische Modell, 4 Räder von je 60 mm Durchmesser und 56 mm Reifenbreite aus Eisen mit Gummiumlage,
2. das Berliner Modell, 3 Räder von je 250 mm Durchmesser und 65 mm Reifenbreite aus Eisen ohne Gummiumlage.

Zum Zwecke der Prüfung wurden zwei Druckkörper aus Gußeisen hergestellt, und zwar einer der Druckfläche eines Wagenrades von 360 mm Durchmesser und 56 mm Felgenbreite,

der andere der Druckfläche eines solchen von 250 mm Durchmesser und 65 mm Felgenbreite entsprechend.

Die zu prüfenden Glasfliesen, deren Form und Abmessungen aus Fig. 14 und 15 ersichtlich sind, wurden einzeln auf einen Holzrahmen aufgelegt, auf die Mitte der Platte der Druckkörper aufgesetzt (bei dem Bayerischen Modell mit 5 mm dicker Gummizwischenlage) und in der Prüfungsmaschine langsam ansteigend belastet, bis Bruch der Platte erfolgte.

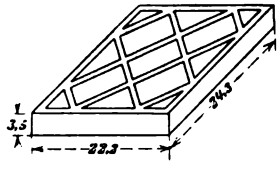


Fig. 14.

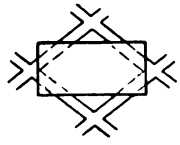


Fig. 16.

Bei den in Fig. 14 dargestellten Platten lag das Radkranzstück in vier Punkten auf den das mittlere Feld einschließenden Rippen (Fig. 16), bei den in Fig. 15 dargestellten Platten lag es auf der Kreuzungsstelle der durch die Mitte der Plattenoberfläche gehenden Rippen (Fig. 17).

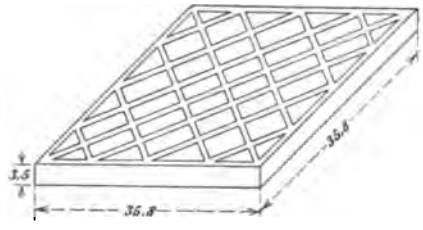


Fig. 15.

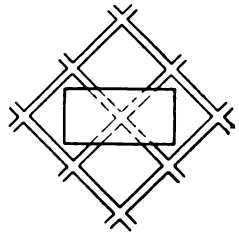


Fig. 17.

Die gewonnenen Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle enthalten.

Versuch Nr.	Bezeichnung der Platten durch die Antragstellerin	Lichte Weite des Rahmens Länge cm	Lichte Weite des Rahmens Breite cm	Bruchlast kg	Bemerkungen (Art der Zerstörung)
		Belastung nach 1).			
1	„Luxfer Fliesen Platten 22 × 24 a/3,5 cm stark"	18	19	1520	Die Zerstörung erfolgte von dem Mittelfeld aus durch strahlenförmig verlaufende Risse.
2				1780	
3				2120	
4				1200	
5				1340	
Mittel		—		**1592**	—
1	„Luxfer Fliesen Platten 36 × 36 a/3,5 cm stark"	30	30	1440	Die Zerstörung erfolgte von der Mitte aus durch strahlenförmig verlaufende Risse.
2				2220	
3				2150	
4				2200	
5				2560	
Mittel		—		**2124**	—
		Belastung nach 2).			
1	„Luxfer Fliesen Platten 22 × 24 a/3,5 cm stark"	18	19	2000	Die Zerstörung von 1, 2, 3 und 5 erfolgte von dem Mittelfelde aus durch strahlenförmig verlaufende Risse, bei 4 brach ein Stück des Randes ab und die Mitte blieb unversehrt.
2				1970	
3				880	
4				760	
5				980	
Mittel		—		**1818**	—
1	„Luxfer Fliesen Platten 36 × 36 a/3,5 cm stark"	30	30	2050	Die Zerstörung erfolgte von der Mitte aus durch strahlenförmig verlaufende Risse.
2				2500	
3				2320	
4				1560	
5				1340	
Mittel		—		**1954**	—

B. Ergebnisse der Prüfungen aus den Betriebsjahren 1896—1903.

Die bei den verschiedenen Arten von Prüfungen gewonnenen Ergebnisse, die sich, abgesehen von der Beschreibung des Bruchgefüges und der Beobachtung beim Verhalten von Materialien gegenüber der Einwirkung von Wasser, Frost oder chemischen Einflüssen, in Form von Zahlen ausdrücken, geben für sich betrachtet und solange keine Grundlage (Betriebs-Erfahrungen, Lieferungsbedingungen, Verträge, Prüfungsvorschriften usw.) für die Bewertung der einzelnen Versuchsziffern vorhanden sind oder die Möglichkeit des unmittelbaren Vergleichs der Versuchswerte für verschiedene Materialien der gleichen Art ausgeschlossen ist, keinen unmittelbaren Maßstab für die Beurteilung der Brauchbarkeit des geprüften Materials für den praktischen Verwendungszweck.

Aus der vergleichsweisen Gegenüberstellung nach einheitlichem Prüfungsverfahren gewonnener Versuchsergebnisse kann aber eine Grundlage für die Bewertung des Materials allmählich gewonnen werden, weil sie die Erfahrung mehrt, den Wettbewerb anregt, Nachahmung und Kritik fördert und so zur Vervollkommnung der Verfahren beiträgt. Aus diesem Grunde gibt die Anstalt dem Drängen zahlreicher Antragsteller um Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse nach, obwohl vielfach Unvollkommenheiten in den Kauf genommen werden müssen.

Soweit die Antragsteller ihre Genehmigung erteilt haben, ist die nachstehende Veröffentlichung der Ergebnisse unter Nennung der Firma und Bekanntgabe der von den Antragstellern zu den Materialien gemachten Angaben erfolgt.

Über die Art der Darstellung der Ergebnisse der verschiedenartigen Versuche ist nichts besonderes zu bemerken; sie ist aus den Tabellen selbst ohne weiteres ersichtlich und verständlich.

Hervorgehoben sei nur, daß in allen Fällen die mitgeteilten Abnutzungswerte das Mittel aus je zwei und die Festigkeitswerte das Mittel aus je zehn gleichartigen Versuchen darstellen.

Für die Stoßfestigkeit konnten wegen der meist erheblichen Schwankungen der Einzelwerte innerhalb derselben Versuchsreihe keine Mittelwerte angegeben werden (in den Prüfungszeugnissen geschieht dies auch nicht). In der betreffenden Spalte der Tabellen sind daher außer Gewicht und Radius der angewendeten Fall- (Bär-) gewichte die Ergebnisse mehrerer Einzelversuche jeder Reihe wiedergegeben.

In Spalte 23 sind unter „Bemerkungen" die Angaben der Antragsteller zu dem Probematerial, soweit solche überhaupt gemacht wurden, beigefügt. In Spalte 8 bedeutet die fettgedruckte Zahl das mittlere Eigengewicht der Proben im lufttrockenen Zustande.

Zu den Angaben über die Abmessungen der Proben (Spalte 4) sind bei den Materialien, soweit es sich um verwickelte Querschnittsformen handelt, noch die Profile oder die Zeichnung der ganzen Probestücke hinzugefügt.

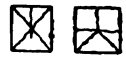
Die Materialien sind nach oben stehender Gruppen-Einteilung geordnet.

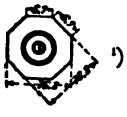
Die Einordnung der verschiedenen Materialien derselben Gruppe erfolgte in der Reihenfolge des Einganges.

I. Fußbodenbelag- und Pflastermaterialien

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
1. Tonplatten.										
1	Trocken gepreßte glatte Fliesen	Ursprungsangabe nicht gestattet	17 × 17 × 2,4	G = gleichförmig dicht B = rissig, rauh, scharfkantig F = rötlichgelb	1,597	r = 2,304 s = 2,558 b = 0,901 u = 0,099	1,6	1,8	0,41	0,04
2	Gerippte Fliesen grauweiß	desgl.	16,5 × 16,5 × 2,0	G = gleichförmig dicht B = scharfkantig, muschlig F = grauweiß	1,307	r = 2,425 s = 2,535 b = 0,957 u = 0,043	0,0	0,0	0,0	0,12
3	Glatte Porzellan-Fliesen	desgl.	16,5 × 16,5 × 1,7	G = gleichförmig dicht B = scharfkantig, etwas muschlig F = weiß	1,129	r = 2,388 s = 2,514 b = 0,950 u = 0,050	0,0	0,0	0,0	0,11
4	Gesinterte Mosaikplatten nach Mettlacher Art	Utzschneider & Jaunez, Tonwarenfabrik zu Saargemünd und Wasserbillig	16,9 × 16,9 × 2,0	G = gleichförmig dicht B = flachmuschlig bis splittrig, scharfkantig F = hellgrau	1,366	r = 2,407 s = 2,509 b = 0,959 u = 0,041	0,1	0,1	0,06	—
5	Mosaikplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	16,7 × 16,7 × 2,0 glatt, gemustert	G = gleichförmig dicht, gesintert B = muschlig, splittrig, scharfkantig F = grau	1,267	r = 2,443 s = 2,527 b = 0,967 u = 0,033	0,1	0,2	0,15	—
6	Mosaikplatten	Lamberty, Servais & Cie., Mosaik- u. Tonplatten-Fabriken zu Ehrang, Moselbahn	16,0 × 16,0 × 1,5	G = dicht, scharf gesintert B = muschlig, splittrig, scharfkantig, mattglänzend F = hellgrau	0,997	r = 2,423 s = 2,521 b = 0,961 u = 0,039	0,0	0,0	0,0	0,09
7	Mosaikplatten	desgl.	15,8 × 15,8 × 1,5	G = dicht, scharf gesintert B = muschlig, splittrig, scharfkantig, mattglänzend F = hellgrau	0,964	—	0,1	0,1	—	0,09

(mit Ausnahme der natürlichen Gesteine).

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
Fliesen, Wandplatten.														
15	583	134	519	119	550	126	r = 27 mm g = 1 kg	1 × 1 × 0,35 = 0,35 1 × 1 × 0,36 = 0,36 6 × 2 × 0,71 = 8,52 1 × 3 × 1,08 = 3,24 1 × 4 × 1,48 = 5,92	50	17,0	7,4	0,15	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus in drei, einzelne in vier Teile	459
15	704	240	642	219	658	224	r = 20 mm g = 0,5 kg	7 × 1 × 0,200 = 1,400 3 × 2 × 0,425 = 2,550	50	11,2	4,6	0,09	Die meisten Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus in vier annähernd gleiche Teile, einzelne in unregelmäßige Stücke	501 a
15	780	368	744	351	729	344	r = 20 mm g = 0,5 kg	7 × 1 × 0,250 = 1,750 2 × 2 × 0,525 = 2,100	50	8,3	3,5	0,07	Die Plattenoberfläche war wasserdicht; Zerstörung bei den Stoßversuchen wie vor	501 b
—	—	—	—	—	—	—	r = 27 mm g = 1 kg	4 × 1 × 0,25 = 1,00 1 × 2 × 0,53 = 1,06 2 × 3 × 0,69 = 4,14 1 × 5 × 1,29 = 6,45 1 × 5 × 1,46 = 7,30	50	15,5	6,4	0,13	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus in fünf Teile (siehe Figuren) 	1036
15	844	284	613	206	616	207	r = 27 mm g = 1 kg	3 × 1 × 0,19 = 0,57 3 × 1 × 0,20 = 0,60 1 × 1 × 0,25 = 0,25 3 × 2 × 0,38 = 2,28	50	11,4	5,5	0,11	Zerstörung bei den Stoßversuchen wie vor. Nach dem ersten Schlage zeigten die Platten, soweit sie nicht zersprungen waren, einen schwachen Eindruck	1065
15	466	291	—	—	—	—	—	—	50	9,6	4,0	0,08	Boden- und Verblendplättchen aus Mosaikmasse	1380 a
15	346	219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	desgl.	1380 b

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben in kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
8	Verblendplättchen aus Mosaikmasse unglasiert	Lamberty, Servais & Cie., Mosaik- u. Tonplatten-Fabriken zu Ehrang, Moselbahn	12,5 × 7,0 × 1,8	G = dicht, scharf gesintert B = muschlig, splittrig, scharfkantig, mattglänzend F = hellgrau	0,376	r = 2,415 s = 2,521 b = 0,958 u = 0,042	0,0	0,0	0,0	0,09
9	Glasierte Achteck-Wandplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	15,0 × 15,0 × 1,0	G = feinkörnig B = uneben, scharfkantig, splittrig F = weiß	0,379 0,375	r = 2,071 s = 2,599 b = 0,797 u = 0,203	8,3	8,5	0,86	—
10	Gesinterte Platten	desgl.	17,0 × 17,0 × 1,7	G = dicht, scharf gesintert, glasig B = scharfkantig, muschlig F = weißgrau	0,977 0,976	r = 2,331 s = 2,424 b = 0,962 u = 0,038	0,1	0,1	0,06	—
11	Weiße Achteck-Tonplatten	desgl.	15,0 × 14,0 × 1,4 [1]	G = dicht, sehr feinkörnig, glasig B = muschlig, scharfkantig F = grauweiß	0,563 0,563	r = 2,447 s = 2,801 b = 0,874 u = 0,126	0,1	0,1	0,02	—
12	Hellfarbige durchgefüllte Mosaikplatten	Tonindustrie-Aktiengesellschaft Klingenberg a. M. zu Klingenberg a. M.	16,2 × 16,2 × 1,5  [1]	G = gleichförmig dicht, scharf gesintert B = scharfkantig, muschlig F = hellgrau bis gelblichhellgrau	0,808 0,808	r = 2,443 s = 2,542 b = 0,961 u = 0,039	0,2	0,2	0,06	—

[1]) Abbildung der Unterseite.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B								
	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
11	350	255	—	—	—	—	—	—	50	11,2	4,6	0,09	—	1380 c
13	139	181	—	—	—	—	r = 17 mm g = 0,25 kg	$2 \times 1 \times 0{,}05 = 0{,}10$ $2 \times 1 \times 0{,}06 = 0{,}12$ $1 \times 2 \times 0{,}05 = 0{,}10$ $4 \times 2 \times 0{,}10 = 0{,}80$ $1 \times 3 \times 0{,}18 = 0{,}54$	—	—	—	—	Die Platten zersprangen in zwei oder in drei annähernd gleiche Teile. Beim ersten Schlage wurden, sofern nicht Zerstörung eintrat, feine Sprünge in der Glasur sichtbar	1945
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	9,5	4,1	0,08	Bei den Versuchen auf Wasserdurchlässigkeit erwiesen sich die Platten als wasserdicht	2148
12	537	353	—	—	—	—	—	—	50	10,4	4,3	0,09	—	2710
14	540	311	—	—	—	—	—	—	50	8,8	3,6	0,07	—	3030

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft des Materials	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden in % des Trockengewichts	Wasseraufnahme w nach Sättigung in % des Trockengewichts	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
13	Fußbodenplatten	H. Lindemann, Tonwarenfabrik zu Friedland i. Mecklenb.	15,7 × 15,7 × 1,8	G = dicht, gleichmäßig, feinkörnig B = flachmuschlig, uneben, scharfkantig F = rot	1,007 1,007	r = 2,343 s = 2,632 d = 0,890 u = 0,110	2,2	2,5	0,53	0,12
14	Fußbodenplatten	desgl.	15,7 × 15,7 × 1,8 gemustert	G = dicht, gleichmäßig, feinkörnig B = unregelmäßig, scharfkantig, glasig F = rot	1,081 —	r = 2,484 s = 2,603 d = 0,954 u = 0,046	0,6	0,9	0,48	—
15	Mosaikplatten	Osterather Mosaikplatten-Fabrik Antr. J. H. Theberath zu Düsseldorf	16,5 × 16,5 × 1,7 glatt, gemustert	G = dicht, feinkörnig, gleichmäßig B = unregelmäßig, scharfkantig F = Oberfläche gemustert, übrige Bruchfläche graugelb, schwarz gesprenkelt	1,199 —	r = 2,308 s = 2,559 d = 0,902 u = 0,098	—	—	—	—

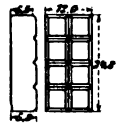
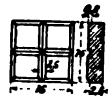
2. Pflasterklinker,

1	Klinkerplatten	Antweiler Ton- und Chamotte-Werke G. m. b. H. zu Antweiler Post Satzvey	16,0 × 16,0 × 3,4 Oberseite: glatt Unterseite: mit sechs eingepreßten konzentrischen Ringen	G = dicht, gesintert, etwas parallelrissig B = scharfkantig, muschlig, splittrig F = gelblichgrau	1,828	r = 2,256 s = 2,476 d = 0,911 u = 0,089	0,1	0,4	0,10	—
2	Pflasterklinker	desgl.		G = gleichförmig dicht, gesintert B = scharfkantig, muschlig F = gelblichgrau	1,455	r = 2,205 s = 2,492 d = 0,885 u = 0,115	0,13	0,25	0,06	0,04

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
14	545	225	503	208	453	187	r = 20 mm g = 0,5 kg	2×1×0,099 = 0,198 8×2×0,248 = 3,968	50	19,9	8,5	1,7	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen in zwei, drei oder vier Teile. Die Platten sind Erstlingserzeugnisse. Vergl. laufende Nr. 14	3356
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	11,0	4,4	0,09	—	3657 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	13,0	5,6	0,11	—	3661

Klinkerplatten.

—	—	—	—	—	—	—	r = 27 mm g = 1 kg	2 × 1 × 0,35 = 0,70 2 × 2 × 0,72 = 2,88 6 × 2 × 0,75 = 9,00	50	17,8	7,9	0,16	Härte: 9 (Korund) Die Säureprobe wurde bestanden	347 a
—	Druckfestigkeit 99642	—	—	—	—	—	—	—	50	18,6	8,4	0,17	—	347 b

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
3	Stahlblaue Trottoirplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	15,0 × 15,0 × 3,0	G = gleichförmig, an einzelnen Stellen rissig B = unregelmäßig, etwas scharfkantig, muschlig F = umbrabraun	1,674	r = 2,191 s = 2,623 d = 0,835 u = 0,165	0,4	2,6	0,35	0,07
4	Pflasterklinker	Eugen Hülsmann sonst Carl & Gustav Harkort zu Fabrik Altenbach bei Wurzen i. S.	24,8 × 12,0 × 5,8 	G = fein- bis mittelkörnig, etwas rissig B = uneben, scharfkantig, splittrig F = grauschwarz bis hellbraun, weiß und schwarz gesprenkelt mit hellerem Kern	3,621 3,598	r = 2,139 s = 2,517 d = 0,850 u = 0,150	0,5	1,4	0,20	0,06
5	Weißgraue Klinkerplatten	Tonwarenfabrik Schwandorf zu Schwandorf (Bayern)	16,0 × 16,0 × 3,3 	G = gleichförmig, dicht, glasig B = muschlig, splittrig, scharfkantig, glatt F = gelblich hellgrau	1,929 1,918	r = 2,376 s = 2,522 d = 0,942 u = 0,058	0,1	0,2	0,10	— •
6	Schwarzbraune Klinkerplatten	desgl.	20,5 × 20,5 × 3,6 Oberseite: glatt Unterseite: durch 1 cm breite Stege in 16 quadratische 0,2 cm vertiefte Felder geteilt	G = gleichförmig, feinkörnig, scharf gesintert B = muschlig bis splittrig, scharfkantig, rauh F = dunkelgrau, braun, bunt gesprenkelt	2,955 2,827	r = 2,232 s = 2,584 d = 0,864 u = 0,136	2,5	2,8	0,44	—
7	Pflasterplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	13,5 × 13,5 × 5,8	G = gleichförmig, feinkörnig, zum Teil rissig B = flachmuschlig, splittrig, scharfkantig F = grau bis graubraun, weiß punktiert	—	r = 2,196 s = 2,542 d = 0,864 u = 0,136	—	—	—	—

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B								
	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
13	698	–	643	—	867	—	r = 27 mm g = 1 kg	4 × 2 × 0,75 = 6,00 1 × 3 × 1,08 = 3,24 2 × 4 × 1,46 = 11,68 1 × 4 × 1,70 = 6,80 1 × 5 × 1,85 = 9,25 1 × 9 × 3,75 = 33,75	50	53,4	24,4	0,49	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus in zwei, drei oder vier unregelmäßige Stücke	704
20	1886	156	1567	130	—	—	r = 33 mm g = 2 kg	3 × 1 × 1,00 = 3,00 1 × 2 × 2,10 = 4,20 3 × 3 × 3,30 = 29,70 2 × 4 × 4,60 = 36,80 1 × 6 × 7,50 = 45,00	30,5	33,0	15,5	0,51	Die Klinker zersprangen bei den Stoßversuchen beim letzten Schlag der Breite nach in zwei Hälften	915
14	1677	352	1241	261	1269	266	r = 33 mm g = 2 kg	3 × 1 × 1,00 = 3,00 3 × 2 × 2,10 = 12,60 2 × 5 × 6,00 = 60,00 2 × 6 × 7,50 = 90,00	41	15,7	6,6	0,16	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus entweder strahlenförmig in mehrere Teile oder gleichmäßig in vier regelmäßige Teile	938 a
18	926	94	987	100	944	96	r = 27 mm g = 1 kg	1 × 1 × 0,30 = 0,30 6 × 2 × 0,61 = 7,32 2 × 2 × 0,65 = 2,60 1 × 3 × 0,93 = 2,79	50	27,2	12,2	0,24	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus in drei Teile (Siehe Figur)	938 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	39,3	18,3	8,4	0,21	—	1350

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r), spezifisches Gewicht (s), $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
8	Klinkerplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	13,5 × 13,5 × 6,0	G = fein- bis grobkörnig, dicht B = muschlig, splittrig, scharfkantig F = bräunlichgrau, schwarz und weiß gesprenkelt	—	r = 2,139 s = 2,500 d = 0,856 u = 0,144	—	—	—	—
9	Klinkerplatten	Fabrik von Eug. Hülsmann in Altenbach bei Wurzen i. S. Antr. R. Buchmann zu Gera (Reuß)	14,0 × 14,0 × 5,9	G = fein- bis grobkörnig B = flachmuschlig, scharfkantig, splittrig F = bräunlichgrau, schwarz und weiß gesprenkelt	2,324	r = 2,126 s = 2,549 d = 0,834 u = 0,136	—	—	—	—
10	Pflasterplatten	Braunkohlenwerke und Brikettfabriken Fritz Friedländer zu Poley (Post Sallgast N.-L.)	15,5 × 15,5 × 3,3	G = gleichförmig, mit eingestreutem fein- bis mittelkörnigem Quarz B = scharfkantig, muschlig F = gelb	1,823 1,821	r = 2,183 s = 2,533 d = 0,862 u = 0,138	1,8	3,0	0,46	—
11	Gebrannte Trottoirplatten	H. Lindemann Tonwarenfabrik zu Friedland i. Mecklbg.	15,8 × 15,8 × 4,0	—	2,286	—	—	—	—	—
12	Pflasterklinker (Normalformat)	Gewerkschaftlich Mansfeldsche Ziegelei bei Wansleben	25,0 × 12,0 × 6,5	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = gelb	3,786 3,784	r = 2,004 s = 2,570 d = 0,780 u = 0,220	1,2	3,7	—	0,70 0,02 [1]
13	Braune Eisenklinker	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,2 × 12,0 × 4,4	G = gleichförmig, fein- bis mittelfeinkörnig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = braun	2,739 2,738	r = 2,113 s = 2,516 d = 0,840 u = 0,160	0,4	0,9	—	—

[1]) Gehalt an leicht löslichen Salzen.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,0	21,5	10,1	0,25	—	1413
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,6	15,7	7,4	0,20	—	1648
13	2168	299	2029	279	—	—	r = 33 mm g = 2 kg	1 × 1 × 2,40 = 2,40 1 × 1 × 2,50 = 2,50 1 × 1 × 2,60 = 2,60 1 × 1 × 2,70 = 2,70 2 × 2 × 4,80 = 19,20 1 × 3 × 6,70 = 20,10 1 × 3 × 7,40 = 22,20 2 × 3 × 7,50 = 45,00	49	33,2	14,7	0,31	Härtegrad: 6–7 (Feldspat — Quarz) der Mohsschen Skala. Rohstoff: gelbbrennender Ton. Herstellung: auf Dampfpressen nach vorheriger Bearbeitung des Tones mittels Naßkolben und Walzenstuhl.	1836
14	1588	172	1244	135	1479	161	—	—	—	—	—	—	Das Rohmaterial ist reiner, fetter Ton, der getrocknet, pulverisiert und unter starkem Druck zu Steinen und Platten gepreßt wird, die bis zur Sinterung gebrannt werden.	3657 b
Abmessungen der Versuchsstücke: 12,1 × 12,0 × 14,5 cm gedrückte Fläche = 145 qcm	Druckfestigkeit													
	84218	581	72319	499	79905	551	—	—	50	42,4	21,2	0,42	—	4360
22	1688	242	1381	198	1510	216	r = 27 mm g = 1 kg	3 × 1 × 0,6 = 1,8 2 × 2 × 1,3 = 5,2 1 × 3 × 2,1 = 6,3 2 × 4 × 3,0 = 24,0 2 × 6 × 5,1 = 61,2	50 28	22,1 [1] 18,4	10,5 [1] 6,4	0,21 0,23	—	4538

[1] Die Zahlen sind Werte, die bei der Prüfung der Klinker über dem Sandstrahlgebläse ermittelt wurden.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$ $1 - b = u$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden	Wasseraufnahme nach Sättigung w in % des Trockengewichts	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
			Länge (l), Breite (b), Höhe (h) } in cm	G = Gefüge B = Bruch F = Farbe						

3. Zement-

1	Zementplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = fein- bis mittelkörnig B = uneben F = bläulichgrau	luftgetrocknet 8,340	r = 2,091 s = 2,580 b = 0,810 u = 0,190	—	—	—	—
2	Zementplatten	B. Liebold & Co. A.-G. zu Holzminden	30,0 × 30,0 × 4,7 gekuppt; 25 Felder	G = mittelkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,157 s = 2,449 b = 0,881 u = 0,119	—	—	—	—
3	Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,7 gekuppt; 25 Felder	G = mittelkörnig, einzelne erbs.- bis bohnengroße Stücke eingebettet B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,168 s = 2,520 b = 0,860 u = 0,140	—	—	—	—
4	Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = mittelkörnig B = unregelmäßig, rauh F = bleigrau	—	r = 2,159 s = 2,576 b = 0,838 u = 0,162	--	—	—	—
5	Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,7 gekuppt; 25 Felder	G = mittelkörnig B = uneben, rauh, scharfkantig F = bleigrau	—	r = 2,142 s = 2,535 b = 0,845 u = 0,155	—	—	—	—
6	Trottoirplatten	Paul Lentze & Co., Zementwaren- und Kunststein-Fabrik zu Kreiensen	30,0 × 30,0 × 4,8 gekuppt; 25 Felder	G = eben, gleichförmig, dicht, nach unten zu mehr körnig B = uneben, unten etwas rauher F = bläulichgrau	—	r = 2,238 s = 2,558 b = 0,875 u = 0,125	—	—	—	—
7	Zementplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 4,3 gekuppt; 25 Felder	G = mittelkörnig B = uneben, rauh F = bleigrau	—	r = 2,065 s = 2,572 b = 0,822 u = 0,178	—	—	—	—
8	Zementplatten	desgl.	30,2 × 30,2 × 4,5 gekuppt	G = gleichförmig, dicht, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh F = bläulichgrau	—	r = 2,121 s = 2,485 b = 0,854 u = 0,146	—	—	—	—
9	Zement-Fußsteigplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt	G = gleichförmig, dicht, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,144 s = 2,590 b = 0,828 u = 0,172	—	—	—	—

[1]) An würfelförmigen, aus den Platten geschnittenen Körpern ermittelt.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
platten.														
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	41,6	19,9	0,66	—	377
—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,3	21,6	10,1	0,36	—	512 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,3	19,6	9,1	0,32	—	512 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,3	38,2	17,7	0,63	—	512 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,3	40,4	18,9	0,67	—	512 d
—	Druckfestigkeit [1]) 7923	295	—	—	—	—	—	—	28,3	46,1	20,6	0,73	—	515
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,5	45,8	22,2	0,73	—	526
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,5	36,3	17,1	0,56	—	550
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,5	51,2	23,9	0,81	—	550

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$ $1 - b = u$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden in % des Trockengewichts	Wasseraufnahme nach Sättigung in % des Trockengewichts	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
			Länge (l), Breite (b), Höhe (h) } in cm	G = Gefüge B = Bruch F = Farbe						
10	Zementplatten	Ursprung nicht angegeben. Antr. Stadtrat der Residenz Rudolstadt	49,5 × 34,3 × 8,0 glatt	G = gemischtkörnig, fein- bis grobkörnig B = uneben, rauh, erdig F = grau	—	r = 2,177 s = 2,586 b = 0,842 u = 0,158	—	—	—	—
11	Zementplatten	desgl.	50,0 × 35,2 × 8,7 glatt	G = gemischtkörnig, fein- bis grobkörnig B = uneben, rauh, erdig F = grau	—	r = 2,130 s = 2,550 b = 0,835 u = 0,165	—	—	—	—
12	Zementplatten	desgl.	70,0 × 50,0 × 8,0 glatt	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig, kleinzellig-porös B = uneben, rauh, etwas erdig F = hellgrau	—	r = 1,858 s = 2,680 b = 0,693 u = 0,307	—	—	—	—
13	Trottoirplatten aus Stampfbeton	A. Habel & Co., Thüringer Zementbetonwarenfabrik zu Neustadt a. O.	70,0 × 50,0 × 8,0 glatt	G = gleichförmig, körnig, porös B = unregelmäßig, uneben, rauh F = grau	—	r = 2,170 s = 2,668 b = 0,813 u = 0,187	—	—	—	—
14	Zementplatten	Ursprung nicht angegeben. Antr. Tiefbauamt zu Frankfurt a. M.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, dicht, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, etwas erdig F = bläulichgrau	—	r = 2,067 s = 2,572 b = 0,804 u = 0,196	—	—	—	—
15	Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, dicht, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, etwas erdig F = bläulichgrau	—	r = 2,102 s = 2,566 b = 0,819 u = 0,181	—	—	—	—
16	Zementplatten	A. Habel & Co., Thüringer Zementbetonwarenfabrik zu Neustadt a. O.	70,0 × 50,0 × 8,0 glatt	G = fein- bis mittelkörnig, kleinblasig-porös B = uneben, rauh, etwas erdig F = hellgrau	—	r = 2,002 s = 2,632 b = 0,761 u = 0,239	—	—	—	—

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	53,3	24,5	0,49	—	575 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	42,0	19,7	0,39	—	575 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	131,6	81,6	1,63	—	639
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	107,6	49,6	0,93	Herstellung aus Prima-Portland-Zement, Kies und Steinschlag aus Dolomit bezw. Kalkstein	679
—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,5	45,0	21,8	0,57	—	703 a
		—	—	—	—	—	—	—	38,5	45,0	21,4	0,56	—	703 b
		—	—	—	—	—	—	—	50	59,1	29,5	0,59	Wie unter Nr. 13	720

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche G = Gefüge B = Bruch F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
17	Trottoirplatten aus Zementbeton	H. Franke, Kiesgrube Bockshorn, zu Beltheim bei Eisbergen i. W.	30,0 × 30,0 × 5,2 gekuppt; 16 Felder	G = gleichförmig, dicht B = unregelmäßig, scharfkantig F = schmutziggelb	—	r = 1,992 s = 2,495 d = 0,798 u = 0,202	—	—	—	—
18	Zementplatten	Ursprung nicht angegeben. Antr. Tiefbauamt zu Frankfurt a. M.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, etwas erdig F = bläulichgrau	—	r = 2,066 s = 2,547 d = 0,811 u = 0,189	—	—	—	—
19	Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, etwas erdig F = bläulichgrau	—	r = 2,057 s = 2,516 d = 0,818 u = 0,182	—	—	—	—
20	Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, etwas erdig F = bläulichgrau	—	r = 2,123 s = 2,528 d = 0,840 u = 0,160	—	—	—	—
21	Trottoirplatten	A. Habel & Co., Thüringer Zementbetonwarenfabrik zu Neustadt a. O.	70,0 × 50,0 × 8,5 glatt	G = gleichförmig, etwas porös B = unregelmäßig, uneben, rauh F = grau	—	r = 2,077 s = 2,563 d = 0,810 u = 0,190	—	—	—	—
22	Zementplatten	Fabrik von Franz Kirrmeyer zu Speyer a. Rh. Antr. Stadtbauamt zu Dortmund	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, dicht, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,146 s = 2,548 d = 0,842 u = 0,158	5,3	5,5	0,81	—
23	Zementplatten	Fabrik von Schwartz & Bellwinkel zu Dortmund. Antr. wie unter Nr. 22	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, dicht, fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh F = bläulich-grau	—	r = 2,167 s = 2,519 d = 0,860 u = 0,140	6,3	6,7	1,08	—

11	12		13		14		15		15				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	46,4	55,2	27,7	0,60	—	738
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,5	36,8	17,8	0,58	—	756 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,5	49,5	24,1	0,80	—	756 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,5	44,1	20,8	0,67	—	756 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	55,3	26,7	0,53	Wie unter Nr. 13	786
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,5	38,1	17,8	0,60	Verwendung: zu Bürgersteigbelag	905 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,5	37,7	17,4	0,60	desgl.	905 b

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = n$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{n}$	Gehalt an löslichen Salzen %
24	Trottoirplatten	P. Lentze & Co., Kunststein-Fabrik zu Kreiensen	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, dicht, nach unten fein- bis mittelkörnig B = uneben, scharfkantig F = bläulich-dunkelgrau	—	r = 2,126 s = 2,512 d = 0,846 n = 0,154	—	—	—	—
25	Fußbodenplatten aus Zement	Wechselmann & Kawerau Architekten zu Stettin	50,0 × 25,0 × 8,0 schwach geriffelt	G = fein- bis grobkörnig, kleinblasig-porös B = rauh, bröcklig F = grau	—	r = 2,126 s = 2,456 d = 0,866 n = 0,134	5,0	5,2	0,84	—
26	Zement-Trottoirplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	66,6 × 50,0 × 7,5 gekuppt	G = fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, erdig, bröcklig F = grau	—	r = 1,798 s = 2,540 d = 0,708 n = 0,292	—	—	—	—
27	Zementplatten für Trottoirbelag	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig, porös B = rauh, etwas bröcklig F = bläulichgrau	—	r = 2,063 s = 2,600 d = 0,793 n = 0,207	—	—	—	—
28	Hydraulisch gepreßte Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig, porös B = rauh, etwas bröcklig F = bläulichgrau	—	r = 2,166 s = 2,535 d = 0,854 n = 0,146	—	—	—	—
29	Gekuppte Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig B = flachmuschlig, scharfkantig F = bläulichgrau	—	r = 2,093 s = 2,577 d = 0,812 n = 0,188	—	—	—	—
30	Gekuppte Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, feinkörnig B = uneben, rauh, etwas bröcklig F = bläulichgrau	—	r = 2,127 s = 2,548 d = 0,835 n = 0,165	—	—	—	—
31	Geriefte Trottoirfliesen	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh, etwas bröcklig F = bläulichgrau	—	r = 2,125 s = 2,498 d = 0,851 n = 0,149	—	—	—	—

[1]) An würfelförmigen aus den Platten herausgeschnittenen Körpern ermittelt.

11	12		13		14		15		15				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite [1] in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	Druckfestigkeit [1]) Abmessungen der Versuchsstücke: $\frac{4{,}8 \cdot 4{,}8}{5{,}8 \cdot 5{,}8} \cdot 4{,}7$ cm; Gedrückte Fläche: oben: 23,04 qcm, unten: 33,64 „; σ_B in kg/qcm oben: 483,9, unten: 331,4						—	—	28,3	56,2	26,4	0,93	Die Platten waren aus Germania-Zement, Harzer Pochsand und Pochkies mit 300 Atm. Druck hergestellt	928
—	Druckfestigkeit [1]) (lufttrocken) —	264	—	—	—	—	—	—	50	36,2	17,0	0,34	Die Platten bestehen aus Stern-Zement und Grubenkies 1 : 3; ihre obere Schicht aus 1 : 2. Verwendet zu Bürgersteigen und Hofbelag	987
—	Druckfestigkeit [1]) (lufttrocken) —	81,6	—	—	—	—	—	—	50	104,0	57,9	1,16	—	1074
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,7	39,8	19,3	0,65	—	1128
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	42,5	19,6	0,67	—	1154
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,5	48,2	23,0	0,78	—	1229
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,5	39,1	18,4	0,62	—	1280
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,0	38,0	17,9	0,60	—	1299

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
32	Zement-Trottoirplatten	Duisburger Zementwarenfabrik Carstanjen & Co. zu Duisburg	30,0 × 30,0 × 4,7 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, feinkörnig B = uneben, rauh F = bläulichgrau	—	r = 2,219 s = 2,586 d = 0,858 u = 0,142	—	—	—	—
33	Zementplatten[1])	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr. Kreisbaumeister Fleuch zu Stallupönen	20,0 × 20,0 × 7,0	G = fein- bis grobkörnig, porös; obere Plattenschicht bereits stark verschliffen B = rauh, zackig F = grau	—	r = 2,152 s = 2,672 d = 0,806 u = 0,194	—	—	—	—
34	Zementplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr. derselbe	20,0 × 20,0 × 7,0 Format wie unter Nr. 33	G = fein- bis grobkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 1,879 s = 2,587 d = 0,726 u = 0,274	—	—	—	—
35	Zementplatten	J. Mohr jun., Marmorwaren- und Kunststein-Fabrik zu Insterburg. Antr. derselbe	20,0 × 20,0 × 7,0 Format wie unter Nr. 33	G = fein- bis grobkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,130 s = 2,591 d = 0,822 u = 0,178	—	—	—	—
36	Zementbetonplatten[2])	Hugo Bentzky zu Breslau. Antr. Magistrat der Stadt Breslau, Tiefbauinspektion für den Westbezirk	30,5 × 30,5 × 4,5 glatt	G = fein- bis mittelkörnig, kleinlöcherig-porös B = unregelmäßig, rauh, etwas brödklig F = grau	—	r = 1,997 s = 2,459 d = 0,812 u = 0,188	—	—	—	—
37	Zementbetonplatten[2])	Herkunft, wie unter Nr. 36. Antr. derselbe	30,5 × 30,5 × 7,0 gekuppt	G = fein- bis mittelkörnig, kleinlöcherig-porös B = unregelmäßig, rauh, etwas brödklig F = grau	—	r = 2,024 s = 2,479 d = 0,816 u = 0,184	—	—	—	—

[1]) Die Platten, die nach Angabe des Antragstellers bereits ein Jahr lang als Trottoirfliesen in Eydtkuhnen benutzt worden waren, hatten eine äußerst rauhe und unebene Oberseite. Um daher vergleichbare Abnutzungswerte zu erlangen, werden die Probestücke vor dem Versuch soweit abgeschliffen, bis eine glatte und ebene Fläche entstand, wobei eine von gröberen Steinstücken durchsetzte Grundmasse zum Vorschein kam. Zwischen den Steinstücken befanden sich zum Teil Hohlräume.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
	trocken		wasserfatt		nach 25 maligem Gefrieren					Mittlerer Materialverlust				
Stützweite l in cm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung mkg	Schleiffläche qcm	nach 440 Umdrehungen g	nach 440 Umdrehungen ccm	bezogen auf die Flächeneinheit ccm	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,5	44,8	20,2	0,71	—	1324
—	—	—	—	—	—	—	—	—	[1] 61 [2] 53	[1] 29,6 [2] 45,7	[1] 13,7 [2] 21,1	[1] 0,23 [2] 0,40	—	1679 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	34,8	18,5	0,39	—	1679 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	29,4	13,8	0,28	Die Platten waren hergestellt aus 1 Tl. Stern-Zement und 3 Tl. Flußgrand, die Deckschicht aus 1 Tl. Zement und 1 Tl. Grand. Das Pressen erfolgte auf Kniehebelpressen	1679 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	61,4	30,7	0,61	Die Platten sind aus Kiessand und einem schlesischen Zement hergestellt. Die obere Schicht besteht aus einer fetteren Mischung aus Zement und Sand	1842 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	61,6	30,4	0,61	desgl.	1842 b

[1] Diese Werte beziehen sich auf Platten anderer Sendung, deren Oberseite noch ziemlich erhalten war.

[2] Die Platten waren vor der Prüfung bereits verlegt gewesen.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
38	Zementbetonplatten[1])	Gebr. Huber zu Breslau. Antr. wie unter Nr. 36	30,5 × 30,5 × 6,5 glatt	G = fein- bis mittelkörnig, kleinlöcherig-porös B = ziemlich scharfkantig, etwas muschlig, rauh F = grau	—	r = 2,116 s = 2,429 d = 0,871 u = 0,129	—	—	—	—
39	Zementplatten	A. Spindler, Straßenbaugeschäft, Inh. Erich Berking, zu Braunschweig	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, feinkörnig B = uneben, rauh, ziemlich scharfkantig F = grau	—	r = 2,166 s = 2,500 d = 0,866 u = 0,134	—	—	—	—
40	Tief gekuppte Zementplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,081 s = 2,542 d = 0,819 u = 0,181	—	—	—	—
41	Tief gekuppte Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,144 s = 2,516 d = 0,852 u = 0,148	—	—	—	—
42	Tief gekuppte Zementplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 2,098 s = 2,512 d = 0,835 u = 0,165	—	—	—	—
43	Trottoirplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = fein- bis mittelkörnig B = uneben, rauh F = grau	—	r = 1,954 s = 2,626 d = 0,744 u = 0,256	—	—	—	—
44	Trottoirplatten	G. Barth Sohn & Co., Heinrich Haenel Nachfgr. zu Straßburg-Neudorf	30,5 × 30,5 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = grobkörnig B = uneben F = dunkelgrau	9,200 —	r = 2,065 s = 2,479 d = 0,833 u = 0,167	—	—	—	—
45	Trottoirplatten aus Pa. Portlandzement und Harzer Pochkies und Harzer Pochsand	P. Lentze & Co. Kunststein-Fabrik zu Kreiensen	30,0 × 30,0 × 4,5 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, feinkörnig B = uneben, rauh, scharfkantig F = grauschwarz	7,600 —	r = 1,640 s = 2,326 d = 0,705 u = 0,295	—	—	—	—

[1]) Die Platten waren vor der Prüfung bereits verlegt gewesen.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B								
	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	35,4	16,7	0,33	—	1842 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	32,6	15,0	0,50	—	2156
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,3	28,6	13,7	0,47	—	2321 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,3	26,8	12,5	0,43	—	2323 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,3	28,0	13,4	0,46	—	2321 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,0	[2] 86,5	44,3	1,23	—	2437
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,0	23,9	11,6	0,32	—	2491
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,0	37,6	22,9	0,64	Die Platten sind mit 300 Atm. Druck hergestellt.	2544

[2]) Nach 220 Umdrehungen der Schleifscheibe kam die Grundmasse zum Vorschein.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben Länge (l) } in Breite (b) } cm Höhe (h) }	Beschaffenheit der Bruchfläche G = Gefüge B = Bruch F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$ $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
46	Zementbeton-Trottoirplatten	A. Habel & Co. zu Neustadt a. O.	30,0 × 30,0 × 4,5	G = mittelfeinkörnig, dicht, regelmäßig B = uneben F = weißlich- bezw. gelblichgrau	8,680 —	r = 2,221 s = 2,537 b = 0,875 u = 0,125	—	—	—	—
47	Zementplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 4,8 glatt	G = feinkörnig, porös B = uneben, rauh, etwas bröcklig F = grau	8,110 —	r = 1,934 s = 2,593 b = 0,746 u = 0,254	—	—	—	—
48	Terrazzoplatten	Wormser Terrazzo- u. Zementwarenfabrik Hendrichs & Stauffer zu Worms a. Rh.	20,0 × 20,0 × 2,6 glatt	G = körnig, konglomeratartig B = uneben, rauh, scharfkantig F = hellgraues u. grauschwarzes Mosaikmuster	2,207 2,128	r = 2,240 s = 2,500 b = 0,896 u = 0,104	7,0	8,8	2,01	—
49	Kunstgranitfliesen	Grabower Zementsteinfabrik „Comet" Ges. m. b. H. zu Stettin	35,0 × 35,0 × 6,5 glatt; gemustert	G = fein- bis grobkörnig, konglomeratartig B = uneben, rauh, scharfkantig F = rötlichgrau gesprenkelt	19,83 —	r = 2,467 s = 2,575 b = 0,958 u = 0,042	—	—	—	—
50	Fußsteig- oder Flurplatten	Portlandzementwerk Rombach A.-G. zu Rombach i. Lothrg.	30,0 × 30,0 × 5,8 glatt	G = fein- bis mittelkörnig B = flachmuschlig, rauh, scharfkantig F = grau	11,60 —	r = 2,211 s = 2,740 b = 0,807 u = 0,193	—	—	—	—
51	Mosaikplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	20,0 × 20,0 × 2,75 glatt; gemustert	G = obere Schicht: dicht, gleichförmig; untere Schicht: feinkörniges Betongefüge B = flachmuschlig F = grau	2,218 2,146	r = 1,980 s = 2,548 b = 0,777 u = 0,223	9,0	9,3	0,83	—

[1]) Nach 330 Umdrehungen der Schleifscheibe kam die Grundmasse zum Vorschein.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Stützweite l in cm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
28	397	91	—	—	—	—	—	—	50	27,5	12,4	0,25	—	2630
27	lufttrocken 449	26	—	—	—	—	—	—	36	67,5 [1]	34,9	0,97	Die Versuche auf Frostbeständigkeit wurden bestanden.	3052
18	207	41	156	31	139	28	r = 27 mm g = 1 kg	4 × 2 × 0,41 = 3,28 6 × 3 × 0,63 = 8,34	50	45,0	20,1	0,40	desgl.	3061
32	lufttrocken 1492	48	—	—	—	—	—	—	50	18,8	7,6	0,15	—	3129
26	lufttrocken 1256	49	—	—	—	—	—	—	50	55,4	25,1	0,50	Die Platten bestehen aus 1 Tl. Eisen-Portland-Zement + 2½ Tl. granuliertem Hochofensand. Verwendet für Toreinfahrten, vor Dampfkesseln, in Bierkellern usw.	3227
17	224	38	231	39	243	41	r = 27 mm g = 1 kg	9 × 3 × 0,90 = 24,30 1 × 4 × 1,40 = 5,60	50	73,1	37,5	0,75	Hergestellt aus Portland-Zement, reinem scharfem Rheinsand und Rheinkies; obere Schicht mit Farbenzusatz. Zement und Farbe werden in Kugelmühlen zusammengemahlen. Die Mischung der Zementmasse erfolgt in Mischmaschinen, die Pressung der Platten mittels Kniehebelpressen	3345

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r), spezifisches Gewicht (s), $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
52	Fußwegplatten	F. Jung & Co., Inh. Guido Simon, Zementbaugeschäft zu Breslau. Antr. Magistrat der Stadt Breslau	30,0 × 30,0 × 6,4 glatt	G = gleichmäßig, feinkörnig, porös B = uneben F = grau	11,93 —	r = 2,065 s = 2,564 d = 0,805 u = 0,195	—	—	—	—
53	Zementbürgersteigplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 5,3 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	10,17 —	r = 2,037 s = 2,537 d = 0,803 u = 0,197	—	—	—	—
54	Zementbürgersteigplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 5,0 glatt	G = feinkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	9,82 —	r = 2,090 s = 2,506 d = 0,834 u = 0,166	—	—	—	—
55	Zementbürgersteigplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 5,3	G = feinkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	8,74 —	r = 2,084 s = 2,495 d = 0,835 u = 0,165	—	—	—	—
56	Zementbürgersteigplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 5,3 Format wie unter Nr. 55	G = feinkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	9,74 —	r = 1,927 s = 2,592 d = 0,743 u = 0,257	—	—	—	—
57	Zementbürgersteigplatten	desgl.	30,0 × 30,0 × 5,3 gekuppt; 25 Felder	G = feinkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	9,60 —	r = 2,002 s = 2,537 d = 0,789 u = 0,211	—	—	—	—

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
	lufttrocken													
27	658	26	—	—	—	—	—	—	50	38,5	18,7	0,37	—	3402
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	42,9	21,0	0,58	Mischung: Oberschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 1½ Tl. Grubensand Unterschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 4 Tl. Flußkies und gelber Sand	3475a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	33,1	15,8	0,44	Oberschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 1½ Tl. Grubensand Unterschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 4 Tl. Flußkies	3475b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	29,6	14,2	0,40	Oberschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 1½ Tl. Grubensand Unterschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 4 Tl. Flußkies und gelber Sand	3475c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	42,5	22,1	0,61	Oberschicht: 1 Tl. Zement Mirke (Zollhaus) + 1½ Tl. Grubensand Unterschicht: 1 Tl. Zement Mirke (Zollhaus) + 4 Tl. Flußkies und gelber Sand	3475d
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	43,5	21,8	0,60	Oberschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 1½ Tl. Flußkies Unterschicht: 1 Tl. Zement Buderus + 4 Tl. Flußkies	3475e

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
58	Zementbürgersteigplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 5,3 gekuppt; 25 Felder	G = fein- bis mittelkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	9,82 —	r = 2,029 s = 2,638 b = 0,769 u = 0,231	—	—	—	—
59	Fußwegplatten	Zementwarenfabrik Coffebaude, Windschild & Langelott zu Coffebaude	30,0 × 30,0 × 4,0 glatt	G = fein- bis mittelkörnig, dicht, regelmäßig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	8,21 —	r = 2,045 s = 2,548 b = 0,803 u = 0,197	3,3	4,0	0,41	—
60	Zementtrottoirplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 5,0 gekuppt	G = feinkörnig, dicht, mittelkörnig B = unregelmäßig, rauh, scharfkantig F = grau	8,81 8,55	r = 2,042 s = 2,505 b = 0,815 u = 0,185	6,3	7,8	0,86	—
61	Glatte, geschliffene Zementplatten	F. Bludau, Baugeschäft zu Insterburg	33,0 × 33,0 × 5,0 glatt	G = grobkörnig, dicht B = unregelmäßig, scharfkantig F = gemischtfarbig, Grundfarbe steingrau	—	r = 2,345 s = 2,559 b = 0,916 u = 0,084	—	—	—	—
62	Granitero-Platten (Kunstgranitmaterial)	Grosse & Bockeroth, Maurermeister zu Cüstrin-Vorstadt	31,5 × 31,5 × 6,5 glatt; buntgesprenkelt	G = Oberschicht: feinkörnig, dicht; Unterschicht: grobkörnig B = unregelmäßig F = Oberschicht: grau mit verschiedenfarbigen Einlagerungen von Hartsteinstückchen; Unterschicht: grau	7,103 6,968	r = 2,240 s = 2,638 b = 0,849 u = 0,151	0,9	1,8	—	—
63	Zementplatten	Raumhold & Co. zu Hildesheim. Antr. Stadtbauamt zu Geestemünde	58,0 × 58,0 × 7,0 glatt	G = feinkörnig, dicht B = unregelmäßig F = grau	50,94 —	r = 2,083 s = 2,532 b = 0,823 u = 0,177	—	—	—	—

[1]) Für die Biegeversuche wurden von den Platten, da sie in der ursprünglichen Größe nicht in die Prüfungsmaschinen paßten, eine Felderreihe abgeschnitten, so daß die Breite der Versuchsstücke 24 cm betrug.

[2]) Nach 330 Umdrehungen der Schleifscheibe kam die Grundmasse zum Vorschein.

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wasserfatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	49,6	24,5	0,68	Oberschicht: 1 Tl. Zement Dyckerhoff & Söhne + 1½ Tl. Flußkies Unterschicht: 1 Tl. Zement Dyckerhoff & Söhne + 4 Tl. Flußkies	3475 f
—	—	—	—	—	—	—	r = 27 mm g = 1 kg	7 × 4 × 3,10 = 86,8 3 × 5 × 4,00 = 60,0	50	33,1	16,2	0,32	Grundlage der Platten besteht aus Steinschlagbeton, Auflage aus fetterem Zementmörtel (Oppelner Zement, Sand aus eigenen Kiesgruben, Steinschlag aus Granitfindlingen der deutschen Tiefebene). Mischen des Mörtels und Betons in Gauerschen Kugelmischmaschinen, Herstellung der Platten mittels Pressen nach vorheriger Bearbeitung durch Stampfen Verwendung: Gehbahnen.	3527
27	686[1])	46	576[1])	39	602[1])	41	r = 33 mm g = 2 kg	8 × 2 × 2,20 = 35,20 2 × 3 × 3,30 = 19,80	36	[2]) 41,2	20,2	0,56	Laufschicht: 1 Tl. Zement + 1 Tl. feingesiebter Bergsand; Hinterfüllungsmasse: 1 Tl. Zement + 6 Tl. Bergsand; Herstellung auf Bernhardischen Pressen mit Maschinenbetrieb	3558
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	22,5	9,6	0,19	—	3623
27	lufttrocken [2]) 1040	64	[2]) 1005	62	919[2])	57	r = 45 mm g = 5 kg	7 × 3 × 6,00 = 126,0 3 × 4 × 9,00 = 108,0	50	21,9	9,8	0,20	Die Platten bestehen aus 1 Tl. Zement + 1 Tl. Sand und einem Zusatz geschlagener Granitstückchen	3715
54	lufttrocken 495	14	—	—	—	—	—	—	50	35,8	17,2	0,34	Herstellung aus Germania-Zement und Weser-Kies	3745

[2]) Für die Biegeversuche wurden die Platten, da sie in der ursprünglichen Größe nicht in die Prüfungsmaschine paßten, in zwei Hälften geschnitten, so daß die Breite der Versuchsstücke 15,5 cm betrug.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben Länge (l) } in Breite (b) } cm Höhe (h) }	Beschaffenheit der Bruchfläche G = Gefüge B = Bruch F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
64	Trottoir-Zementplatten	—	30,0 × 30,0 × 5,0 glatt; Kanten abgefast	G = feinkörnig, gleichförmig B = unregelmäßig F = grau	9,06 —	r = 2,075 s = 2,542 d = 0,816 u = 0,184	—	—	—	—
65	Zementplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 4,4 gekuppt; 25 Felder	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig B = unregelmäßig, rauh F = grau	8,43 8,39	r = 2,138 s = 2,535 d = 0,843 u = 0,157	—	—	—	—
66	Fußwegplatten aus Zementbeton	Windschild & Langelott zu Cossebaude b. Dresden	30,0 × 30,0 × 4,5 glatt	G = gleichförmig, fein- bis mittelfeinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = grau	9,04 —	r = 2,197 s = 2,559 d = 0,859 u = 0,141	—	—	—	—
67	Trottoirplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	30,0 × 30,0 × 6,0 glatt	G = gleichförmig, feinkörnig, porig B = unregelmäßig F = grau	11,31 10,83	r = 2,054 s = 2,500 d = 0,822 u = 0,178	6,9	7,4	0,85	—
68	Zementbetonplatten[1])	Breslauer Mosaik-Platten-Fabrik Max Kreier zu Breslau	30,0 × 30,0 × 5,0 glatt	G = gleichförmig, mittelfeinkörnig, feinporig B = unregelmäßig F = grau	—	r = 2,068 s = 2,449 d = 0,844 u = 0,156	—	—	—	—
69	desgl.[1])	desgl.	30,0 × 30,0 × 5,0 glatt	G = gleichförmig, mittelfeinkörnig, feinporig B = unregelmäßig F = grau	—	r = 2,073 s = 2,521 d = 0,822 u = 0,178	—	—	—	—
70	desgl.[1])	desgl.	Eckplatte Dicke 5,0—5,5 cm	G = gleichförmig, mittelfeinkörnig, feinporig B = unregelmäßig F = grau	—	r = 2,130 s = 2,500 d = 0,852 u = 0,148	—	—	—	—
71	desgl.[1])	desgl.	desgl.	G = gleichförmig, mittelfeinkörnig, feinporig B = unregelmäßig F = grau	—	r = 2,075 s = 2,521 d = 0,823 u = 0,177	—	—	—	—
72	desgl.[1])	desgl.	desgl.	G = gleichförmig, mittelfeinkörnig, feinporig B = unregelmäßig F = grau	—	r = 2,095 s = 2,532 d = 0,827 u = 0,173	—	—	—	—
73	desgl.[1])	desgl.	desgl.	G = gleichförmig, mittelfeinkörnig, feinporig B = unregelmäßig F = grau	—	r = 2,041 s = 2,564 d = 0,796 u = 0,204	—	—	—	—

[1]) Ergebnisse der Prüfung über dem Sandstrahlgebläse: Von zwei aus den Platten geschnittenen Probestücken wurde die Lauffläche dem unter 2 Atm. Dampfdruck stehenden Sandstrahl des Gebläses zwei Minuten lang ausgesetzt. Zur Erzielung gleich-

11	12		13		14		15		16				17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
Stützweite l in cm	trocken		wasserfatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	42,4	20,5	0,41	—	4019
27	866	60	—	—	—	—	—	—	36	41,2	19,3	0,54	Die untere Schicht ist aus Basaltklein in der Körnung 5—10 mm, die obere aus Basaltsand von 0—5 mm unter Zusatz von Zement hergestellt. Das Pressen erfolgte mit einem Höchstdruck von 250 000 kg	4121
28	—	—	—	—	848	59	r = 27 mm g = 1 kg	1 × 5 × 2,5 = 12,5 4 × 6 × 3,3 = 79,2 3 × 7 × 4,2 = 88,2	50 28[1])	15,5 4,7[1])	7,1 2,1[1])	0,14 0,75[1])	Untere Schicht: 1 Portlandzement + 4 Kiessand + 4 Feinschlag. Obere Schicht: 1 Zement + 1 Sand.	4443
28	717	28	520	20	740	29	r = 27 mm g = 1 kg	1 × 5 × 3,0 = 15,0 8 × 6 × 3,9 = 187,2 1 × 7 × 4,9 = 34,3	50 28[1])	30,3 10,6[1])	14,8 5,2[1])	0,30 0,29[1])	—	4459
—	—	—	—	—	—	—	—	Angefertigt Anfang November 1902 Mischung {obere 1 : 1½ untere 1 : 5	50	28,3	13,7	0,27	Die Herstellung erfolgte auf Schlagtischen mit Ausstoßvorrichtung in eisernen Formen auf eisernen Unterlagsplatten und zwar der untere Teil 3 cm dick aus 1 Teil Portland-Zement und 5 Teilen Flußkies in erdfeuchtem Zustande geklopft (gestampft), der obere Teil 2 cm dick aus 1 Teil Portland-Zement und 1½ Teilen reinem Gruben- oder Flußsand ebenfalls erdfeucht und gründlich geklopft; die Oberfläche wird noch verrieben und nach 24 Stunden 20 Tage täglich bewässert. Die „Beton-Trottoirplatten" werden für Pflasterungen von Höfen, Einfahrten, Trottoiren (Bürgersteigen), Fabrikräumen verwandt und ohne Unterpflaster auf einer 3 cm dicken Sandunterlage in Kalkmörtel verlegt und die Fugen mit reinem Zement vergossen	4581 a
—	—	—	—	—	—	—	—	Angefertigt November 1903 Mischung wie vor	50	42,7	20,6	0,41		4581 b
—	—	—	—	—	—	—	—	Angefertigt Anfang November 1902 Mischung wie vor	50	24,9	11,7	0,23		4581 c
—	—	—	—	—	—	—	—	Angefertigt November 1903 Mischung wie vor	50	38,6	18,6	0,37		4581 d
—	—	—	—	—	—	—	—	Angefertigt Dezember 1903 Mischung wie vor	50	37,7	18,0	0,36		4581 e
—	—	—	—	—	—	—	—	Angefertigt Januar 1904 Mischung wie vor	50	54,8	26,9	0,54		4581 f

mäßiger Beanspruchung einer kreisrunden Fläche der Probekörper von 28 qcm (6 cm Durchmesser) wurden die Körper während des Versuches langsam über dem Sandstrahl planetenartig bewegt.

[2]) Die Prüfung erfolgte in der Zeit vom 7. bis 11. März 1904.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der lufttrockenen Proben kg	Raumgewicht (r), spezifisches Gewicht (s): $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasserdurchlässigkeit: Angesaugtes Wasser nach Stunden	Angesaugtes Wasser in ccm	Widerstand gegen Belastung: für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse
										—12 C°
										4. Asphalt und
1	Kunst-Asphaltsteine A	Straßenbaugesellschaft F. Zoeller & Wolfers zu Berlin	Ganze Platten 25,0 × 12,5 × 5,0 [2]) Versuchsstücke 12,5 × 12,5 × 5,0	—	—	—	—	—	2100 157	5420 891
2	Kunst-Asphaltsteine B	desgl.	Ganze Platten 25,0 × 12,5 × 6,0 [2]) Versuchsstücke 12,5 × 12,5 × 5,0	—	—	—	—	—	2200 159	5586 403
3	Kunst-Asphaltsteine C	desgl.	Ganze Platten 25,0 × 12,5 × 6,0 [2]) Versuchsstücke 12,5 × 12,5 × 5,0	—	—	—	—	—	730 58	1544 111
4	Asphaltplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	20,0 × 20,0 × 2,7	G = gleichförmig, dicht B = uneben, rauh F = schwarz	2,420	r = 2,276 s = 2,390 b = 0,994 u = 0,006	—	—	—	—
5	Asphaltplatten [4])	Asphalt-Steingutfabrik von A. Pieper zu Dülken (Rheinl.). Antr. M. Schmidt, Architekt zu Hamburg	20,0 × 20,0 × 5,0	G = dicht, etwas körnig B = uneben, flachmuschlig, zähe F = grauschwarz	4,316	r = 2,225 s = 2,233 b = 0,996 u = 0,004	Die Platten waren wasserdicht		2000 144	4446 325
6	Asphalt-Steingutplatten für Trottoire	Herkunft nicht angegeben. Antr. Stadtbauamt zu Dortmund	Ganze Platten 20,0 × 20,0 × 3,0 [5]) Versuchsstücke 20,0 × 20,0 × 2,5	G = dicht, feinkörnig B = uneben, zähe F = bräunlichschwarz	—	r = 2,279 s = 2,302 b = 0,990 u = 0,010	—	—	—	—
7	Asphaltplatten (Unital) [6])	The United Limmer & Vorwohle Rock-Asphalte Company (Limited) zu Linden vor Hannover	20,0 × 20,0 × 5,0	G = fein- bis mittelkörnig, blasig, porös B = muschlig, scharfkantig F = bräunlichgrauschwarz	4,281	r = 2,185 s = 2,222 b = 0,983 u = 0,017	Die Platten waren wasserdicht		4120 800	8040 581

[1]) Bei den Eindruckversuchen mit einem Stahlzylinder von 4,2 cm Durchmesser, also 13,85 qcm Querschnitt, wurde nach der in den „Mitteilungen" Jahrgang 1897, Heft 1 S. 740 u. ff. beschriebenen Ausführung verfahren. Die fettgedruckten Zahlen sind die in at umgerechneten Werte für den spezifischen Druck (kg/qcm).

[2]) Die Dicke der Platten von 5 cm entspricht der vorgeschriebenen Stärke des Asphaltbelages, der auf den Berliner Asphaltstraßen auf einer 20 cm dicken Betonschicht eingestampft wird.

[3]) Nach Sichtbarwerden des ersten Risses konnte der Druck noch bis auf etwa 500 kg gesteigert werden

10		11		12		13		14		15				16	17
Standfähigkeit gegen Eindrücken der auf die übergeschriebenen Wärmegrade gebrachten Platten in kg								Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit				Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit		
Zimmerwärme + 18 bis + 20 C°		+ 40 C°		+ 60 C°		+ 80 C°			mkg	qcm	g	ccm	ccm		
Asphaltplatten.															
620 **45**	1760 **127**	520 **38**	1316 **95**	—	—	350 **25**	744 **54**	—	—	—	—	—	—	—	475 a
510 **38**	934 **67**	300 **22**	616 **44**	—	—	270 **19**	374[3] **27**	—	—	—	—	—	—	—	475 b
286 **21**	444 **32**	122 **9**	262 **19**	—	—	122 **9**	182 **13**	—	—	—	—	—	—	—	475 c
—	—	—	—	—	—	—	—	r = 27 mm g = 1 kg	7 × 2 × 0,71 = 9,94 3 × 3 × 1,08 = 9,72	50	37,9	16,7	0,33	—	478
300 **22**	1574 **114**	190 **14**	948 **68**	84 **7**	649 **47**	58 **5**	525 **38**	r = 33 mm g = 2 kg	6 × 3 × 6,6 = 118,8 4 × 4 × 9,2 = 147,2	50	33,1	14,9	0,30	—	853 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,3	31,9	14,0	0,39	Die Platten wurden durch das Quellen der durchschnittenen Holzstäbchen im Wasser auseinandergetrieben und rissig. Die Platten ohne Holzeinlage blieben unverändert und nahmen kein Wasser auf.	905
1000 **72**	3360 **243**	560 **40**	2000 **144**	340 **25**	1560 **113**	160 **12**	780 **56**	r = 33 mm g = 2 kg	2 × 3 × 4,68 = 28,08 3 × 4 × 6,52 = 78,24 1 × 5 × 8,20 = 41,00 4 × 6 × 9,90 = 237,60	50	34,6	15,9	0,32	Bei den Stoßversuchen zersprangen die Platten vom Treffpunkte aus in 2, 3 oder 4 annähernd gleiche Teile.	2546

[4]) Die Prüfung der lufttrockenen Platten auf Biegefestigkeit ergab bei 18 cm Stützenentfernung: Bruchlast . . . 348 kg. σ_B . . . 12,8 kg/qcm.

[5]) Eine der Platten war, wie sich beim Zerschneiden herausstellte, mit Holzeinlagen versehen.

[6]) Die Prüfung der lufttrockenen Platten auf Biegefestigkeit ergab bei 18 cm Stützenentfernung: Bruchlast . . . 1278 kg. σ_B . . . 69 kg/qcm.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der lufttrockenen Proben kg	Raumgewicht (r); spezifisches Gewicht (s); $\frac{r}{s} = b$; $1 - b = u$	Wasserdurchlässigkeit: Angesaugtes Wasser nach Stunden	Angesaugtes Wasser in ccm	Widerstandsfähigkeit gegen Belastung: für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse
									— 12 C°	
8	Asphaltsteinplatten	Hannoversche Asphaltsteinplattenfabrik Felix Tonnar zu Hannover	20,0 × 20,0 × 5,0	G = gleichmäßig, feinkörnig, porig B = glatt F = schwarz	4,335	r = 2,221 s = 2,239 b = 0,992 u = 0,008	—	—	–	–
9	Asphaltsteinplatten	desgl.	20,0 × 20,0 × 5,0	G = gleichmäßig, feinkörnig, porig B = glatt F = schwarz	4,323	r = 2,248 s = 2,273 b = 0,989 u = 0,011	—	—	–	–
10	Granulin-Asphaltbelag	Reh & Co. Asphaltgesellschaft San Valentino zu Berlin NW.	12,0 × 12,0 × 4,0	G = fein- bis mittelkörnig, etwas blasig porös B = unregelmäßig, rauh, etwas brödlig F = schwarz	—	r = 2,240 s = 2,307 b = 0,971 u = 0,029	—	—	— 15 C° 6000 **433**	6000 **433**
11	Neutralitbelag	desgl.	12,0 × 12,0 × 2,5	—	—	—	—	—	— 10 C° 3760 **271**	3760 **271**
12	Asphaltplatten aus Gußasphaltstücken; Mischung aus Mastix, Epuré und Basaltsplittern	F. Waßmann & Sohn zu Essen a. d. Ruhr	12,0 × 12,0 × 2,5	—	—	—	—	—	–	–
13	Wie vor; Mischung aus deutschem Asphalt u. Basaltsplittern	desgl.	12,5 × 12,0 × 2,5	—	—	—	—	—	–	–

10		11		12		13		14		15				16	17
Standsfähigkeit gegen Eindrücken der auf die übergeschriebenen Wärmegrade gebrachten Platten in kg								Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit				Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit		
Zimmerwärme + 18 bis + 20 C°		+ 40 C°		+ 60 C°		+ 80 C°			mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	Bei + 24 C° geprüft „ — 12 C° „		50	36,4 38,9	16,4 17,6	0,34 0,35	Rohmaterial: Asphaltmehl und Gudron. Beide werden in patentierten stehenden Retorten innig gemischt und der daraus entstehende Teig mittels schwerer Pressen unter Druck bis zu 250000 kg gepreßt. Verwendet als Beläge zu Fahrdämmen, Bürgersteigen, Güterschuppen, Einfahrten, Höfen, Laderampen usw.	3447 a
—	—	—	—	—	—	—	—	Bei + 24 C° geprüft „ — 12 C° „		50	41,7 60,4	18,6 26,9	0,37 0,54		3447 b
+ 20 C°		+ 30 C°		+ 40 C°				Bei — 15 C° geprüft „ + 20 C° „ „ + 30 C° „ „ + 40 C° „		50	28,7 26,6 25,1 27,4	12,8 11,9 11,1 12,3	0,26 0,24 0,22 0,25	Das Material wird aus den eigenen Bergwerken bei San Valentino in Italien gewonnen und in solcher Weise zusammengesetzt, daß es die für den jeweiligen Zweck erforderlichen Eigenschaften erlangt. Der Granulinasphalt wird verwendet zu Fahrstraßen, Zufahrtswegen, Durchfahrten, Höfen usw. mit schwerem Verkehr, der Neutralitasphalt besonders in Akkumulatorenräumen, chemischen Fabriken (Papierfabriken, Färbereien) usw.	1338 a
2100 152	3920 288	1480 167	2900 209	940 68	2360 170	—	—								
+ 15 C°		+ 30 C°						Nach vier Wochen Lagerung von Materialproben in 10 % Salzsäure, 10 % Salpetersäure, 10 % Schwefelsäure, 20 % Salzsäure, 50 % Salpetersäure und 50 % Schwefelsäure war keine merkliche Veränderung des Materials eingetreten.		—	—	—	—		1338 b
2100 152	2800 202	1100 79	1980 143	300 22	2060 149	—	—								
4400 318	5386 389	—	—	—	—	—	—	Verhalten des Materials bei 10 Stunden Lagerung in 10 % Schwefelsäure, 10 % Salzsäure und 10 % Essigsäure: In Schwefelsäure wurden die Platten stark angefressen und oberflächlich in eine weiche schlammige Masse verwandelt. Nach dem Abspülen des Schlammes erschienen die Platten an den Einwirkungsstellen der Säure durch Hervortreten des Zuschlagmaterials stark gerauht. In Salzsäure wurden die Platten oberflächlich etwas erweicht, so daß sie sich leicht mit dem Fingernagel ritzen ließen. Die Säure hatte sich nur wenig getrübt. In Essigsäure verhielten sich die Platten wie in Salzsäure. Die aus der Säure hervorragenden Teile waren mit einer weißen Salzkruste überzogen. Im Innern waren die Platten unverändert geblieben.						3339 a
4700 339	5560 401	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3339 b

1	2	3	4	5	6	7	8		9	
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der lufttrockenen Proben kg	Raumgewicht (r), spezifisches Gewicht (s): $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasserdurchlässigkeit: Angesaugtes Wasser nach Stunden	Wasserdurchlässigkeit: Angesaugtes Wasser in ccm	Widerstandsbelastung für den ersten sichtbaren Eindruck, −12 C°	Widerstandsbelastung für den Eintritt der ersten Risse, −12 C°
14	Asphaltplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = dunkelbraun	6,535	r = 2,103 s = 2,235 d = 0,941 u = 0,059	—	—	—	—
15	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = dunkelbraun	6,518	r = 2,038 s = 2,208 d = 0,923 u = 0,077	—	—	—	—
16	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = dunkelbraun	6,525	r = 2,027 s = 2,229 d = 0,909 u = 0,091	—	—	—	—
17	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = dunkelbraun	6,518	r = 2,090 s = 2,247 d = 0,930 u = 0,070	—	—	—	—
18	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = dunkelbraun	—	r = 2,103 s = 2,235 d = 0,941 u = 0,059	—	—	—	—
19	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig F = bräunlichgrau	6,500	r = 2,013 s = 2,247 d = 0,896 u = 0,104	—	—	—	—
20	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig F = bräunlichgrau	6,500	r = 2,032 s = 2,247 d = 0,904 u = 0,096	—	—	—	—

10		11		12		13		14		15				16	17
Standfähigkeit gegen Eindrücken								Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
der auf die übergeschriebenen Wärmegrade gebrachten Platten in kg											Mittlerer Materialverlust				
für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Zimmerwärme + 18 bis + 20 C°		+ 40 C°		+ 60 C°		+ 80 C°			mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	27,9	14,1	0,28	Wärme beim Abschleifversuch: + 20 C°	3907 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	22,9	11,3	0,23	+ 20 C°	3907 b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	31,8	15,7	0,31	+ 20 C°	3907 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	20,4	9,8	0,20	+ 20 C°	3907 d
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	30,4	14,5	0,29	+ 20 C°	3907 e
—	—	—	—	—	—	—	–	—	—	50	43,1	21,4	0,43	+ 21 C°	3965 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	46,5	22,9	0,46	+ 21 C°	3965 b

1	2	3	4	5	6	7	8		9	
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der lufttrockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasserdurchlässigkeit: Angesaugtes Wasser nach Stunden	Wasserdurchlässigkeit: Angesaugtes Wasser in ccm	Widerstandsbelastung für den ersten sichtbaren Eindruck, −12 C°	Widerstandsbelastung für den Eintritt der ersten Risse, −12 C°
21	Asphaltplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig F = bräunlichgrau	6,500	r = 2,062 s = 2,273 d = 0,907 u = 0,093	—	—	—	—
22	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig F = bräunlichgrau	6,500	r = 2,021 s = 2,247 d = 0,899 u = 0,101	—	—	—	—
23	Asphaltplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = unregelmäßig F = bräunlichgrau	6,525	r = 2,128 s = 2,381 d = 0,894 u = 0,106	—	—	—	—
24	Asphaltplatten	Hans Christen zu Rostock i. Mecklbg.	20,0 × 20,0 × 5,0	G = dicht B = muschlig F = schwarzbraun	4,172	r = 2,023 s = 2,273 d = 0,890 u = 0,110	1 2 3 4 5 24 48 72	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 2,0 4,0 5,0	6700 [1]) 4500	10630 [1]) 8730
25	Asphaltmacadamplatten	desgl.	25,0 × 25,0 × 5,0	G = ungleichförmig, mittelfein- bis grobkörnig B = unregelmäßig F = schwarz, verschiedenfarbig gesprenkelt	7,363	r = 2,348 s = 2,362 d = 0,994 u = 0,006	Bis zu 72 Stunden Beobachtung fand keine Wasseraufnahme statt		4300 [1]) 3900	9220 [1]) 7660

[1]) Bei 0 C°.

[2]) Bei + 10 C°.

[3]) Säurebeständigkeit: Asphaltplattenstreifen von annähernd gleicher Größe wurden im lufttrockenen Zustande in 5- und 10%-ige Salzsäure bezw. Schwefelsäure und Salpetersäure eingetaucht und 14 Tage darin belassen und die Gewichte der Proben vor dem Eintauchen und nachher festgestellt.

Bei den der Einwirkung von 5%-iger Salzsäure und 5%-iger Salpetersäure ausgesetzt gewesenen Proben zeigte sich nur eine geringe, bei den der 10%-igen Salzsäure und 10% igen Schwefelsäure ausgesetzt gewesenen Proben eine stärkere Gewichtsabnahme.

10		11		12		13		14		15				16	17
Standsfähigkeit gegen Eindrücken der auf die übergeschriebenen Wärmegrade gebrachten Platten in kg[1])								Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit				Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
											Mittlerer Materialverlust				
für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	für den ersten sichtbaren Eindruck	für den Eintritt der ersten Risse	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit		
Zimmerwärme + 18 bis + 20 C°		+ 40 C°		+ 60 C°		+ 80 C°			mkg	qcm	g	ccm	ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	51,3	24,9	0,50	+ 19 C°	3965 c
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	39,6	19,6	0,39	+ 19 C°	3965 d
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	70,9	33,4	0,67	+ 19 C°	3965 e
2300 2) 2800	3990 2) 5480	660	984	220	499	—	—	r = 45 mm g = 5 kg	7 × 3 × 4,5 = 94,5 3 × 4 × 7,0 = 84,0	50	30,8	15,2	0,30	3)	3785
1550 2) 2450	3120 2) 4580	480	1864	150	842	—	—	33	1 × 3 × 3,000 = 9,0 4 × 4 × 4,400 = 70,4 5 × 5 × 6,000 = 150,0	50	36,5	15,5	0,31	4)	4265

Die der Einwirkung von 5%-iger Schwefelsäure und 10%-iger Salpetersäure ausgesetzt gewesenen Proben wiesen eine Gewichtszunahme auf.
Die Schwefelsäure hatte den Proben ein braunes braunkohlenartiges Aussehen gegeben.

[4]) Säurebeständigkeit: Versuchsausführung wie bei 24.
Bei den der Einwirkung von 5- und 10%-iger Salzsäure und Salpetersäure ausgesetzt gewesenen Proben zeigte sich nur eine geringe, bei den der 10%-igen Schwefelsäure ausgesetzt gewesenen Proben eine stärkere Gewichtsabnahme.
Die der Einwirkung von 5%-iger Schwefelsäure überlassenen Proben wiesen anfänglich eine Gewichtszunahme, dann eine ganz geringe Gewichtsabnahme auf.
Die Schwefelsäure hatte den Proben ein braunes Aussehen verliehen.

1	2	3	4	5	6	7				8	9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben in cm: Länge (l), Breite (b), Höhe (h)	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Abschleifbarkeit: Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
						qcm	g	ccm	ccm		
5. Holz.											
1	Kiefernholz (Javraholz)	Ursprungsangabe nicht gestattet	7,1 × 7,1 × 7,1	G = feinfaserig, B = mattglänzend, F = gelblichweiß	lufttrocken r = 0,621, s = 1,343, b = 0,462, u = 0,538	lufttrocken[1]: 50	4,5	7,3	0,15	Die aus Kiefernholz für die Abnutzungsversuche herausgeschnittenen Versuchsstücke wurden für die lufttrockenen Proben auf Holzklötze (7,1 × 7,1 cm) aufgeleimt, für die wassersatten Proben mit Zapfen in Holzklötze eingelassen.	1058
						wassersatt[2]: 63,6[3]	4,6	—	—		
2	Zedernholz (?)	—	lufttrocken 10,00 × 4,97 × 2,66, trocken 10,00 × 4,82 × 2,61, wassersatt 10,01 × 5,23 × 2,78	G = B = F = zedernholzartig	lufttrocken r = 0,844, s = 1,872, b = 0,615, u = 0,385	50	5,5[1]	6,5	0,13	Die Wasseraufnahme betrug nach 24 Stunden 5,9 %, nach Sättigung 35,9 %[3]	1343
3	Imprägnierte Holzwürfel	Antr. Andriessen & Damert zu Berlin	7,1 × 7,1 × 7,1	G = B = F = fichten- oder kiefernholzartig, etwas dunkler als die nicht imprägnierten	lufttrocken r = 0,48, s = 1,333, b = 0,360, u = 0,640; naß[4] r = 0,96, s = 1,333, b = 0,720, u = 0,280	lufttrocken 50	2,3	4,8	0,10	Die Balken, aus denen die zur Prüfung eingerichteten Klötze geschnitten wurden, waren zunächst im Kessel unter Druck gedämpft und nach Einpressung einer 6prozentigen Zinksulfatlösung nochmals gedämpft. Hierauf wurde eine den Verbindungsäquivalenten entsprechende konzentrierte Lösung von salzsaurem Kalk eingepreßt. Die Materialien sollten durch die Bildung u. Einlegung des schwefelsauren Kalkes, sowie die Möglichkeit einer Verbindung des sich bildenden Chlorzinks mit den restlichen Harzen usw. wasser- u. druckfest werden.	1936 a
						naß[4]	21,9	22,9	0,46		
4	Nicht imprägnierte Holzwürfel	desgl.	7,1 × 7,1 × 7,1	G = B = F = fichten- oder kiefernholzartig	lufttrocken r = 0,48, s = 1,389, b = 0,346, u = 0,654; naß[4] r = 0,85, s = 1,389, b = 0,612, u = 0,388	lufttrocken 50	2,6	5,4	0,11		1936 b
						naß[4]	18,7	22,0	0,44		
5	Zedernholz (?)	—	7,1 × 7,1 × 4,7	G = B = F = zedernholzartig	lufttrocken r = 0,927, s = 1,389, b = 0,667, u = 0,333	lufttrocken[2] 50	5,1	5,5	0,11	—	2031

[1]) Ermittelt am Hirnholz mit einer Drehung der Proben um 90° nach je 110 Umdrehungen der Schleifscheibe.
[2]) Die Schleiffläche der Probestücke war von 7,1 × 7,1 cm auf etwa 8,0 × 7,9 cm gequollen.
[3]) Die Wasseraufnahme betrug 28 % des Rauminhaltes des lufttrockenen Holzes.
[4]) Die Proben hatten sechs Wochen im Wasser gelegen und während dieser Zeit stetig an Gewicht zugenommen.

1	2	3	4	5	6	7				8	9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Abschleifbarkeit: Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
						qcm	g	ccm	ccm		
	Kiefernholz mit Ölfarbe gestrichen	Antr. Königl. Kreisbauinspektion zu Halle	7,1 × 7,1		lufttrocken r = 580	50[1] 28[3]	2,7[2] (2,2)[3]	4,7 (3,8)[3]	0,9 (0,08)[3]	—	
6	Kiefernholz mit Ölfarbe gestrichen und lackiert		7,1 × 7,1	—	r = 580	50[1] 28[3]	3,0[2] (2,5)[3]	5,2 (4,3)[3]	0,10 (0,09)[3]	—	2031
	Kiefernholz nicht gestrichen		7,1 × 7,1 × 7,1		r = 580	50 28[3]	3,0 (1,9)[3]	5,1 (3,3)[3]	0,10 (0,07)[3]	—	
	Fichtenholz mit Ölfarbe gestrichen	desgl.	7,1 × 7,1		r = 0,448	50[1] 28[3]	2,8[2] (2,4)[3]	6,2 (5,4)[3]	0,12 (0,11)[3]	—	
7	Fichtenholz mit Ölfarbe gestrichen und lackiert		7,1 × 7,1	—	r = 0,448	50[1] 28[3]	3,5[2] (2,9)[3]	7,7 (6,5)[3]	0,15 (0,13)[3]	—	2784
	Fichtenholz nicht gestrichen		7,1 × 7,1		r = 0,448	50[1] 28[3]	4,3[2] (2,3)[3]	9,5 (5,1)[3]	0,19 (0,10)[3]	—	
8	Pitch-Pine	Antr. Koefoed & Isaakson zu Hamburg	7,1 × 7,1 × 3,0	G = regelmäßig, B = regelmäßig, F = bräunlich hellgelb mit etwas dunklerer Maserung	r = 0,613, s = 1,365, b = 0,449, u = 0,551	senkrecht zur Faser abgeschliffen[4]: 50	3,9	6,3	0,13	—	2917 a
						gleichlaufend mit der Faser abgeschliffen[5]:	4,3	6,9	0,14		

[1]) Je zwei kieferne und fichtene Dielbretter wurden durch einen geübten Maler auf ihren gehobelten Seiten zunächst einmal grundiert, nach drei Tagen das erste Mal und nach weiteren drei Tagen das zweite Mal mit Ölfarbe (Fußbodenanstrichfarbe aus dem Handel) gestrichen.

Je eins der beiden Bretter wurde lackiert, nachdem der zweite Ölfarbenanstrich drei Tage getrocknet hatte. Vier Wochen nach dem Anstrich wurden die Proben der Prüfung unterzogen. Die Versuche wurden in der üblichen Weise mittels der Schleifscheibe ausgeführt. Die Fasern des Holzes verliefen senkrecht gegen die Schleifrichtung und die Jahresringe standen ungefähr 45° geneigt zur Schleiffläche.

Über den Antrag hinaus sind Schleifversuche mit nicht gestrichenem Kiefern- und Fichtenholz ausgeführt worden

[2]) Nach 110 Umdrehungen kam das Holz zum Vorschein.

[3]) Die in Klammern stehenden Zahlen sind aus Versuchen gewonnen, die mit Probekörpern über dem Sandstrahlgebläse ausgeführt wurden.

Probestücke mit den mittleren Abmessungen von etwa 7,1 × 7,1 × 2,6 cm wurden im lufttrockenen Zustande einem unter 3 Atm. Dampfdruck stehenden Sandstrahl eines Dampfsandstrahlgebläses zwei Minuten lang ausgesetzt. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Beanspruchung an allen Punkten der beanspruchten, kreisrunden Fläche der Probekörper wurden letztere im doppelten Sinne in drehende Bewegung gesetzt.

Die vom Sandstrahl getroffene Fläche hatte einen Durchmesser von 5,98 cm, also einen Flächeninhalt von 28 qcm.

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß bei den Schleifversuchen und bei den Versuchen mit dem Sandstrahlgebläse nur der Widerstand des Holzes, nicht aber der des Anstriches zur Geltung kommt.

[4]) Das Holz wurde in der Wölbfläche senkrecht zur Faser abgeschliffen (Fig. 1).

[5]) Das Holz wurde in der Wölbfläche gleichlaufend mit der Faser abgeschliffen (Fig. 2).

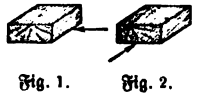


Fig. 1. Fig. 2.

1	2	3	4	5	6	7				8	9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Raumgewicht (r), spezifisches Gewicht (s): $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Abschleifbarkeit: Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
						qcm	g	ccm	ccm		
9	Red-Pine	Antr. Koefoed & Isaakson zu Hamburg	7,1 × 7,1 × 2,6	G = regelmäßig, B = regelmäßig, F = hellgelb mit etwas dunklerer Maserung	r = 0,505 s = 1,333 b = 0,379 u = 0,621	50	3,6	7,0	0,14	—	2917 b
						gleichlaufend mit der Faser abgeschliffen [2]	2,6	5,1	0,10		
10	Yellow-Pine	Antr. dieselben	7,1 × 7,1 × 2,6	G = regelmäßig, B = regelmäßig, F = hellgelb mit etwas dunklerer Färbung	r = 0,611 s = 1,395 b = 0,438 u = 0,562	50	2,9	4,7	0,09	—	2907 c
						gleichlaufend mit der Faser abgeschliffen [2]	2,5	4,1	0,08		
11	Ahorn (acer saccharinum wangenh.	Antr. dieselben	7,1 × 7,1 × 2,9	G = regelmäßig, B = regelmäßig, F = gelblich bis bräunlichweiß	r = 0,691 s = 1,441 b = 0,480 u = 0,520	50	2,2	3,2	0,06	—	3404
12	Amarantholz	Kgl. Kommission zur Beaufsichtigung der Kgl. technischen Versuchsanstalten Berlin	7,1 × 7,1 × 0,5	G = gleichartig feinfaserig, etwas porös, B = gut spaltbar u. biegsam, F = violett	r = 0,784 s = 1,443 b = 0,543 u = 0,457	quer zur Richtung der Faser: 50	2,2	2,8	0,06	—	3655 a
						in der Richtung der Faser: 50	2,2	2,8	0,06		
13	Ebenholz		7,1 × 7,1 × 0,5	G = gleichartig, feinfaserig, dicht, B = spröde, F = schwarz	r = 0,938 s = 1,466 b = 0,640 u = 0,360	quer zur Richtung der Faser: 50	3,5	3,7	0,07	—	3655 b
						in der Richtung d. Faser: 50	2,5	2,7	0,05		

[1]) Siehe Anm. 4 auf S. 277.

[2]) Siehe Anm. 5 auf S. 277.

1	2	3	4	5	6	7				8	9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben in cm: Länge (l), Breite (b), Höhe (h)	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Abschleifbarkeit: Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
						qcm	g	ccm	ccm		
14	Eichenholz	Kgl. Kommission zur Beaufsichtigung der Kgl. technischen Versuchsanstalten Berlin	7,1 × 7,1 × 1,0	G = eichenholzartig, B = eichenholzartig, F = eichenholzartig	r = 0,644, s = 1,412, b = 0,456, u = 0,544	lufttrocken (28) [1]	(0,9) [1]	(1,3) [1]	(0,05) [1]	—	4425 b

Kunstholz.

1	Parkettfußbodenbelag (Eichenholz)	Kunstholzfabrik Köster & Fesenmeyer G. m. b. H., jetzt Mederer & Funke, Abteilung Kunstholz zu Gemünd (Eifel)	7,1 × 7,1	G = grobfaserig, sehnig mit stark hervortretenden Markstrahlen u. weit. Poren, B = uneben, rauh, F = bräunlichweiß	r = 0,682, s = 1,405, b = 0,485, u = 0,515	50	3,58	5,3	0,11	—	663 a
2	Kunstholz [2] auf Holztafeln geleimt und ausgetrocknet, helle Färbung	desgl.	7,1 × 7,1	G = ziemlich gleichförmig, dicht, etwas zellig porös, B = uneben, rauh, F = gelblich bis bräunlichgrau mit helleren u. dunkleren Streifen	r = 1,461, s = 1,695, b = 0,862, u = 0,138	50	8,6	5,9	0,12	Das Kunstholz besteht aus Holzmehl, gekochtem Leinöl, Sikkativ, Harzleim, Zinkweiß und den zur Erreichung des Holztons erforderlichen Erdfarben	663 b

[1] Siehe Anmerkung 3 auf S. 277.

[2] Das Material blieb bei 24 Stunden Einwirkung von Terpentinöl, Petroleum und Wasser unverändert. Alkalische Seifenlösung machte den Farbton ein wenig heller und matter, 5% Sodalösung machte ihn etwas heller und glanzlos.

1	2	3	4	5	6	7	8		9				
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft des Materials	Farbe	Dicke cm	Mittleres Gewicht für 1 qm kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s}=d$ $1-d=u$	Wasserdurchlässigkeit Aufgenommenes Wasser nach Stunden	in ccm	Zugfestigkeit Art der Probenentnahme		Mittlere Abmessungen der Versuchsstücke Länge mm	Dicke mm	Querschnitt qcm	Meßlänge mm
									a	In der Walzrichtung				
									b	Quer zur Walzrichtung				
6. Lino-														
1	Linoleum Walton Ia braun	Linoleumfabrik Maximiliansau zu Maximiliansau a. Rh.	braun	0,35	4,085	r = 1,225 s = 1,342 d = 0,913 u = 0,87	Oberseite: wasserundicht Unterseite: wasserundicht		a		150	36	5,41	300
									b		150	36	5,41	300
2	Linoleum	Rheinische Linoleumwerke Bedburg zu Bedburg b. Köln	braun	0,40	4,280	r = 1,180 s = 1,325 d = 0,891 u = 0,109	Oberseite: wasserdicht Unterseite: wasserdicht		a		48	5,5	2,6	400
									b		48	5,5	2,6	400
3	Künstliches Linoleum[1])	Chemisches Institut Dr. W. Saulmann und Dr. B. Caro zu Berlin	braun	1,8	4,000	r = 0,892 s = — d = — u = —	Die Wasseraufnahme betrug nach 24 Stunden: 15,0 % nach scheinbarer Wassersättigung 55,0 %		a		46,0	4,0	1,8	190
									b		46,0	4,5	1,8	210
4	Linoleum	Ursprungsangabe nicht gestattet	braun	0,45	5,590	r = 1,244 s = 1,333 d = 0,933 u = 0,47	—	—	—		—	—	—	—
5	Frisches Linoleum Walton	Deutsche Linoleumwerke Hansa zu Delmenhorst. Antr. Quantmeyer & Eicke zu Berlin	braun	0,80 bis 0,85	9,831	r = 1,167 s = 1,290 d = 0,905 u = 0,95	1 0,0 (0,6)[2]) 2 0,0 (0,6) 3 0,0 (0,8) 4 0,0 (1,0) 5 0,0 (1,4) 24 0,1 (5,1)		a		45,5	8,5	3,9	200
									b		45,4	9,1	4,1	200
6	Verlegt gewesenes Linoleum, wenig betreten[3])	desgl.	braun	1,0	11,265	r = 1,115 s = 1,176 d = 0,948 u = 0,52	1 0,0 (0,0)[2]) 2 0,0 (0,0) 3 0,0 (0,0) 4 0,0 (0,1) 5 0,0 (0,1) 24 0,0 (0,4)		a		29,6	8,7	2,6	200
									b		45,4	10,6	4,8	200

[1]) Nach Angabe des Antragstellers ist das geprüfte Material ein künstliches Erzeugnis, Herstellung durch Tränkung einer bestimmten Papiermasse, sogenanntes Obertuch, mit einer hauptsächlich aus Leinenstoff bestehenden Lösung und durch mechanische Fixierung mit Chromsäure oder dergl. Das so hergestellte Produkt erwies sich als nicht brauchbar für die Praxis, weil es nach Lagern leicht brüchig wurde.

10		11	12			13				14								15
keit			Biegsamkeit in der Walzrichtung			Abschleifbarkeit				Verhalten gegenüber der Einwirkung von Wasser, verdünnten Säure, verdünnten alkalischen Laugen und Petroleum								
Bruch-			Verhalten beim Umbiegen um Dorne			Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust											
Spannung	Spannung für 1 cm Breite	Reißlänge	von mm Durchmesser	bei Zimmerwärme (+18 C°)	bei +40 C°		nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Wasser	2% Salzsäure	2% Salpetersäure	2% Schwefelsäure	2% Sodalösung	2% Ammoniaklösung	Stark alkalisch reagierende Seifenlösung	Petroleum	Prüfungs-Nr.
kg/qcm	kg	m				qcm	g	ccm	ccm									
leum.																		
34,3	12,4	298	30	Unverändert	Feine Öffnungen	50	1,9	1,6	0,03	Farbe unverändert	Der Farbton war etwas heller geworden			Die Farbe hatte sich etwas verdunkelt, und zwar durch Sodalösung am stärksten und Seifenlauge am schwächsten			Farbe unverändert	857
			25	Feine Öffnungen	Feine Risse													
53,8	19,1	468	20	Starke Risse	Starke Risse													
			15	Stärkere Risse	Bruch der Oberschicht													
			10	Bruch der Oberschicht	—													
			45	Unverändert	Unverändert	50	1,3	1,1	0,02	Farbe unverändert	Auffallend dunkler	Die Farbe war kaum merklich dunkler geworden	Farbe unverändert	Auffallend dunkler	Farbe unverändert	Die Farbe war kaum merklich dunkler geworden		1391
			40	desgl.	desgl.													
28,0	15,2	353	35	desgl.	desgl.													
46,6	24,8	570	30	Vereinzelte feinere Öffnungen	Feinere, zum Teil klaffende Risse													
			25	Längere, zum Teil klaffende Risse	—													
			50	Unverändert	—	50	4,8	5,4	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	1422
			45	Einzelne sehr feine kurze Risse	—													
58,6	23,2	602	40	Feine kurze Brüche	—													
122,7	56,0	1363	35	desgl.	—													
			30	Deutliche Brüche	—													
—	—	—	40	Unverändert	(50) Unverändert	50	2,2	1,8	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	1738
			35	Bei einigen Proben vereinzelte feinere Öffnungen, bei anderen kürzere Risse, die sich allmählich erweiterten	(45) Kurze Risse, die sich schnell zu klaffenden Rissen erweitern													
			60	Unverändert	Unverändert	50	2,2	1,9	0,04	Farbe unverändert	Der ursprüngliche Farbton war eine Spur dunkler geworden			Die Farbe zeigte eine schwache Verdunkelung	Die Farbe war eine Spur dunkler geworden	Die Farbe war auffallend dunkler geworden und zeigte erhöhten Glanz	Die Farbe war eine Spur dunkler geworden	1998 a
19,9	17,1	117	50	Vereinzelte sehr feine Risse	Kleine und größere sich erweiternde Risse													
16,5	15,0	156	45	Kleinere und größere allmählich sich erweiternde Risse	—													
16,8	15,1	155	70	Allmählich sich erweiternde Risse	Schnell sich erweiternde Risse	50	2,0	1,8	0,04	Der Farbton war etwas heller geworden	Der ursprüngliche Farbton war eine Spur dunkler geworden	Das Linoleum zeigte einen geringen weißen Anflug	Die Farbe war etwas dunkler geworden	desgl.	Die Farbe war auffallend dunkler und glänzender geworden	Die Farbe war etwas dunkler geworden		1998 b
12,8	13,8	121																

[2]) Die in Klammern stehenden Zahlen sind die Wassermengen, die in die Unterseite eingezogen sind.
[3]) Das Material wurde dem Belag zweier Stufen einer Treppe im Stadtbahnhof Friedrichstraße Berlin entnommen.

1	2	3	4	5	6	7	8		9				
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Farbe	Dicke cm	Mittleres Gewicht für 1 qm kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s}=b$ $1-b=u$	Wasserdurchlässigkeit Aufgenommenes Wasser nach Stunden	in ccm	Zugfestigkeit Art der Probenentnahme	Mittlere Abmessungen der Versuchsstücke Länge mm	Dicke mm	Querschnitt qcm	Meßlänge mm
7	Verlegt gewesenes Linoleum, viel betreten[1])	Deutsche Linoleumwerke Hansa zu Delmenhorst. Antr. Quantmeyer & Eicke zu Berlin	braun	1,0	—	—	1 2 3 4 5 24	0,0 (0,0)[2]) 0,0 (0,0) 0,1 (0,0) 0,1 (0,0) 0,1 (0,0) 0,1 (0,3)	a b	46,0 46,6	10,2 10,5	4,7 4,9	200 200
8	Linoleum	Ursprungsangabe nicht gestattet	braun	0,42	4,890	r = 1,143 s = 1,266 b = 0,904 u = 0,96	1 2 3 4 5 24	0,0 (0,5)[2]) 0,0 (0,5) 0,0 (0,5) 0,0 (0,5) 0,0 (0,0) 0,0 (0,0)	a b	46,2 46,2	4,2 4,2	1,9 1,9	200 200
9	Linoleum	desgl.	braun	0,40	4,240	r = 1,210 s = 1,273 b = 0,951 u = 0,49	Wasseraufnahme nach 24 Stunden: 7,5 % nach scheinbarer Wassersättigung 14,2 %		—	—	—	—	—
10	Linoleum	desgl.	braun	0,40	4,550	r = 1,155 s = 1,321 b = 0,874 u = 0,126	Wasseraufnahme nach 24 Stunden: 4,4 % nach scheinbarer Wassersättigung 11,8 %		—	—	—	—	—
11	Kork-Linoleum	Linoleumfabrik Maximiliansau zu Maximiliansau a. Rh. (Pfalz)	Gefüge: feinkörnig, porös; Bruch: uneben, rauh, zähe; Farbe: gelblich-graubraun	0,70	3,860	r = 0,538 s = — b = — u = —	1 2 3 4 5 24	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,6	—	—	—	—	—
12	Linoleum (aus dem Handel bezogen)	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr. Königliche Kreisbauinspektion II zu Halle a. S.	Gefüge: gleichförmig, feinkörnig; Bruch: uneben, rauh, zähe; Farbe: hellbraun		—	r = 1,178 s = 1,308 b = 0,901 u = 0,99	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Das Material wurde dem Belag zweier Stufen einer Treppe im Stadtbahnhof Friedrichstraße Berlin entnommen.
[2]) Die in Klammern stehenden Zahlen sind die Wassermengen, die in der Unterseite der Linoleumproben eingezogen sind.
[3]) Ergebnisse der Prüfung auf Verhalten bei der Beanspruchung über dem Sandstrahlgebläse. Für diese Prüfung wurden Probestücke mit den mittleren Abmessungen von 7,1 · 7,1 · 4 cm im lufttrockenen Zustande einem unter 3 Atm. Dampfdruck stehenden

10	11	12			13				14								15
keit		Biegsamkeit in der Walzrichtung			Abschleifbarkeit				Verhalten gegenüber der Einwirkung von Wasser, verdünnten Säure, verdünnten alkalischen Laugen und Petroleum								
Bruch-		Verhalten beim Umbiegen um Dorne			Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust											
Spannung	Reißlänge	Durchmesser	bei Zimmerwärme (+18 C°)	bei +40 C°		nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Wasser	2% Salzsäure	2% Salpetersäure	2% Schwefelsäure	2% Sodalösung	2% Ammoniaklösung	Stark alkalisch reagierende Seifenlösung	Petroleum	Prüfungs-Nr.
kg/qcm	m	von mm			qcm	g	ccm	ccm									
15,6 13,1	140 126	70	Vollständiger Bruch an einer Biegestelle	Vollständiger Bruch an einer Biegestelle	—	—	—	—	Der Farbton hatte sich nicht merklich verändert	Der ursprüngliche Farbton war eine Spur dunkler geworden		Das Linoleum zeigte einen geringen weißen Anflug	Die Farbe war etwas dunkler geworden	Die Farbe war eine Spur dunkler geworden	Die Farbe war auffallend dunkler und glänzender geworden	Die Farbe war etwas dunkler geworden	1998 a
51,9 33,7	418 273	50 40 35 30	Unverändert Vereinzelte feine Öffnungen Einzelne kurze Risse Längere klaffende Risse	Vereinzelte feine Risse Vereinzelte feine Öffnungen Lange klaffende Risse —	50	2,2	1,9	0,04	Farbe unverändert	Geringe kaum merkliche Verdunkelung des ursprünglichen Farbtons			Deutlich sichtbare Verdunkelung des Farbtons	Farbe unverändert	Die Farbe war auffallend dunkler geworden	Geringe kaum merkliche Verdunkelung des Farbtons	2064
—	—	—	—	—	50	1,9	1,6	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	2416 a
—	—	—	—	—	50	1,8	1,6	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	2416 b
—	—	30 25 20 15	Unverändert Unverändert Unverändert Feine Öffnungen, die sich allmählich zu Rissen erweitern	Unverändert Einzelne feine kurze Risse Allmählich länger und breiter werdende Risse —	50	1,3	2,3	0,05	Farbe unverändert	Schwache Verdunkelung des Farbtons	Schwache kaum merkliche Verdunkelung des Farbtons	Der Farbton war kaum merklich heller geworden	Auffallende Verdunkelung des Farbtons	Schwache Verdunkelung des Farbtons	Die Farbe war auffallend dunkler und glänzender geworden	Schwache Verdunkelung des Farbtons	2091
—	—	—	—	—	50 28	1,7 (0,87)	1,4 (0,74)	0,03 (0,03)	—	—	—	—	—	—	—	—	2472 a

Sandstrahl eines Dampfsandstrahlgebläses zwei Minuten lang ausgesetzt. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Abnutzung an allen Punkten der beanspruchten kreisrunden Fläche der Probekörper wurden letztere im doppelten Sinne in drehende Bewegung gesetzt. Die abgenutzte Fläche hatte einen Durchmesser von 5,98 cm, also einen Flächeninhalt von 28 qcm.

1	2	3	4	5	6	7	8		9				
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft des Materials	Farbe	Dicke cm	Mittleres Gewicht für 1 qm kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s}=b$ $1-b=u$	Wasserdurchlässigkeit Aufgenommenes Wasser nach Stunden	in ccm	Zugfestigkeit Art der Probenentnahme a) In der Walzrichtung b) Quer zur Walzrichtung	Mittlere Abmessungen der Versuchsstücke Länge mm	Dicke mm	Querschnitt qcm	Meßlänge mm
13	Linoleum (aus dem Handel bezogen)	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr. Königliche Kreisbauinspektion II zu Halle a. S.	Gefüge: gleichförmig, feinkörnig; Bruch: uneben, rauh, zähe; Farbe: hellbraun		—	r = 1,158 s = 1,273 b = 0,910 u = 0,90	—	—	—	—	—	—	—
14	Linoleum (aus dem Handel bezogen)	desgl.	Gefüge: gleichförmig, feinkörnig; Bruch: uneben, rauh, zähe; Farbe: grünlichbraun		—	r = 1,131 s = 1,261 b = 0,897 u = 0,103	—	—	—	—	—	—	—
15	Linoleum (aus dem Handel bezogen)	desgl.	Gefüge: gleichförmig, feinkörnig; Bruch: uneben, rauh, zähe; Farbe: braun		—	r = 1,177 s = 1,284 b = 0,907 u = 0,83	—	—	—	—	—	—	—
16	Linoleum (aus dem Handel bezogen)	desgl.	Gefüge: gleichförmig, feinkörnig; Bruch: uneben, rauh, zähe; Farbe: rötlichbraun		—	r = 1,166 s = 1,273 b = 0,916 u = 0,84	—	—	—	—	—	—	—
17	Linoleum	Ursprungsangabe nicht gestattet	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: hellbraun		—	r = 1,169 s = 1,319 b = 0,886 u = 0,114	—	—	—	—	—	—	—
18	Linoleum	desgl.	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: hellbraun		—	r = 1,198 s = 1,333 b = 0,899 u = 0,101	—	—	—	—	—	—	—
19	Linoleum	desgl.	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: braun, granitartig gemustert		—	r = 1,217 s = 1,315 b = 0,925 u = 0,75	—	—	—	—	—	—	—
20	Linoleum	desgl.	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: buntfarbig, granitartig gemustert		—	r = 1,164 s = 1,279 b = 0,910 u = 0,90	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Vergl. Anmerkung [3]) auf vorhergehender Seite.

10		11	12			13				14								15
keit			Biegsamkeit in der Walzrichtung			Abschleifbarkeit				Verhalten gegenüber der Einwirkung von Wasser, verdünnten Säure, verdünnten alkalischen Laugen und Petroleum								
Bruch-		Reißlänge	Verhalten beim Umbiegen um Dorne			Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust											Prüfungs-Nr.
Spannung	Spannung für 1 cm Breite		von mm Durchmesser	bei Zimmerwärme (+18 C°)	bei +40 C°		nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Wasser	2% Salzsäure	2% Salpetersäure	2% Schwefelsäure	2% Sodalösung	2% Ammoniaklösung	Stark alkalisch reagierende Seifenlösung	Petroleum	
kg/qcm	kg	m				qcm	g	ccm	ccm									
—	—	—	—	—	—	50 (28)	1,7 [1] (0,68)	1,5 [1] (0,59)	0,03 [1] (0,02)	—	—	—	—	—	—	—	—	2472 b
—	—	—	—	—	—	50 (28)	2,0 [1] (0,75)	1,8 [1] (0,66)	0,04 [1] (0,02)	—	—	—	—	—	—	—	—	2472 c
—	—	—	—	—	—	50 (28)	1,8 [1] (0,80)	1,5 [1] (0,68)	0,03 (0,02)	—	—	—	—	—	—	—	—	2472 d
—	—	—	—	—	—	50 (28)	1,6 [1] (0,79)	1,4 [1] (0,68)	0,03 (0,02)	—	—	—	—	—	—	—	—	2472 e
—	—	—	—	—	—	50	2,2	1,9	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	2936 a
—	—	—	—	—	—	50	2,5	2,1	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	2936 b
—	—	—	—	—	—	50	2,2	1,8	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	2966 a
—	—	—	—	—	—	50	2,4	2,1	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	2966 b

1	2	3	4	5	6	7	8		9				
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft des Materials	Farbe	Dicke cm	Mittleres Gewicht für 1 qm kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s}=b$ $1-b=u$	Wasserdurchlässigkeit Aufgenommenes Wasser nach Stunden	in ccm	Zugfestigkeit Art der Probenentnahme	Mittlere Abmessungen der Versuchsstücke Länge mm	Dicke mm	Querschnitt qcm	Meßlänge mm
21	Linoleum	Ursprung unbekannt. Antr. Baubureau Hansa zu Düsseldorf	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: braun, granitartig gemustert		4,010	r = 1,213 s = 1,295 b = 0,937 u = 0,63	—	—	—	—	—	—	—
22	Linoleum	desgl.	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: buntfarbig, granitartig gemustert		4,070	r = 1,175 s = 1,332 b = 0,882 u = 0,118	—	—	—	—	—	—	—
23	Linoleum	desgl.	Gefüge: normal Bruch: normal Farbe: braun, granitartig gemustert		4,570	r = 1,249 s = 1,409 b = 0,886 u = 0,114	—	—	—	—	—	—	—
24	Linoleum (Walton) 4 mm braun	Ursprungsangabe nicht gestattet	braun	0,40	5,032	r = 1,256 s = 1,370 b = 0,907 u = 0,83	1 2 3 4 5 24 48 72	0,0(0,0)[1] 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(1,4) 0,0(4,2) 0,0(6,4)	a b	46,0 46,0	4,1 4,1	1,9 1,9	200 200
25	Linoleum einfarbig	desgl.	braun Gefüge: normal Bruch: normal	0,40	3,900	r = 1,251 s = 1,307 b = 0,957 u = 0,43	1 2 3 4 5 24 48 72	0,0(0,0)[1] 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(1,8) 0,0(3,8) 0,0(6,0)	a b	46,9 46,5	4,0 4,0	1,9 1,9	300 300
26	Linoleum Granit	desgl.	grünlich granitgemustert Gefüge: normal Bruch: normal	0,37	4,410	r = 1,225 s = 1,329 b = 0,922 u = 0,78	1 2 3 4 5 24 48 72	0,0(0,0)[1] 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(2,0) 0,0(4,0) 0,0(6,2)	a b	46,0 46,0	3,6 3,6	1,7 1,7	300 300
27	Linoleum	desgl.	farbig geblümt	0,35	3,300	r = 1,183 s = 1,290 b = 0,917 u = 0,83	1 2 3 4 5 24 48 72	0,0(0,0)[1] 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(0,0) 0,0(3,6) 0,0(6,4) 0,0(7,6)	—	46,5	3,5	1,6	300

[1]) Die in Klammern stehenden Zahlen sind die Wassermengen, die in die Unterseite des Linoleums eingezogen sind.

10		11	12			13				14								15
keit			Biegsamkeit in der Walzrichtung			Abschleifbarkeit				Verhalten gegenüber der Einwirkung von Wasser, verdünnten Säure, verdünnten alkalischen Laugen und Petroleum								
Bruch-		Reißlänge	Verhalten beim Umbiegen um Dorne			Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust											Prüfungs-Nr.
Spannung	Spannung für 1 cm Breite		von mm Durchmesser	bei Zimmerwärme (+18 C°)	bei +40 C°		nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Wasser	2% Salzsäure	3% Salpetersäure	2% Schwefelsäure	2% Sodalösung	2% Ammoniaklösung	Stark alkalisch reagierende Seifenlösung	Petroleum	
kg/qcm	kg	m				qcm	g	ccm	ccm									
—	—	—	—	—	—	50	2,2	1,8	0,04	Die angewendeten Versuchsflüssigkeiten hatten keine deutlich sichtbare Veränderung des ursprünglichen Farbtons hervorgerufen								2967 a
—	—	—	—	—	—	50	2,5	2,1	0,04	desgl.								2967 b
—	—	—	—	—	—	50	3,0	2,4	0,05	desgl.								2967 c
47,9	19,5	392	45	Unverändert	Unverändert	50	2,4	2,0	0,04	desgl.								3051
			40	Einzelne feine Öffnungen	Einzelne kurze Risse													
49,9	21,0	418	35	Einzelne kurze Risse	Risse werden länger und breiter													
			30	Risse werden länger und breiter	—													
61,1	23,8	491	60	Unverändert	Unverändert	50	2,3	1,8	0,04	desgl.								3055 a
			45	Einzelne feine Öffnungen	Unverändert													
			40	Einzelne kurze Risse	Unverändert													
33,7	13,2	275	35	Riß über die ganze Breite	Einzelne feine Öffnungen													
			30	—	Einzelne kurze Risse													
			25	—	Riß über die ganze Breite													
56,8	20,9	488	60	Einzelne kurze Risse	Einzelne kurze Risse	50	3,9	3,2	0,06	Mit Ausnahme der Schwefelsäure, durch welche der Farbton ein etwas matteres Aussehen angenommen hatte, hatten die Versuchsflüssigkeiten keine auffallend sichtbare Veränderung des ursprünglichen Farbtons hervorgerufen								3055 b
30,2	11,1	252	45	Riß über die ganze Breite	Riß über die ganze Breite													
32,9	11,4	296	60	Unverändert	Unverändert	50	3,8	3,2	0,06	desgl.								3055 c
			45	Einzelne kurze Risse	Einzelne kurze Risse													
			40	Risse werden länger und breiter	Risse werden länger und breiter													
			35	Riß über die ganze Breite	Riß über die ganze Breite													

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s)	Wasserdurchlässigkeit		Stützweite l
	des Materials		Länge (l) Breite (b) Höhe (h) in cm	G = Gefüge B = Bruch F = Farbe	kg	$\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Aufgesaugtes Wasser nach Stunden	in ccm	in cm
									7. Fugenloser
									Papy-
1	Papyrolith	Ursprungsangabe nicht gestattet	7,1 × 7,1 × 2,0 Holzunterlage mit einer Schicht dichtem feinkörnigem Material	G = feinkörnig, blasig porös B = muschlig, scharfkantig F = bräunlichgelb	—	r = 1,591 s = 2,193 d = 0,725 u = 0,275	—	—	—
2	Papyrolith	desgl.	24,7 × 12,2 × 3,0 Zugproben: Normalformat Würfel: 7,1 × 7,1 × 7,1	G = faserig, holzartig (Sägemehl ist durch ein Bindemittel zu einer zusammenhängenden festen holzartigen Masse verkittet) B = unregelmäßig, rauh F = hellbraun	—	r = 1,487 s = 1,787 d = 0,832 u = 0,168	in % des Trockengewichts 16,6		20
									Xylo-
1	Xylolith	Deutsche Xylolith-(Steinholz-)Fabrik O. Sennig & Co. zu Pottschappel b. Dresden	7,1 × 7,1 × 7,1	G = holzartig (Sägemehl ist mittels eines Bindemittels fest verkittet) B = unregelmäßig, rauh F = gelblichgrau	0,647 0,655	r = 1,828 s = 2,000 d = 0,914 u = 0,86	in % des Trockengewichts nach 24 Stunden 1,0	nach Sättigung 3,0	—
2	Xylolith	desgl.	7,1 × 7,1 × 7,1	G B F desgl.	0,620 0,633	r = 1,737 s = 1,870 d = 0,929 u = 0,71	in % des Trockengewichts nach 24 Stunden 1,0	nach Sättigung 3,3	—
									Torga-
1	Torgament (mattbraun) bei einer gelegentlichen Arbeit entnommen	Ursprung unbekannt. Antr. Königliche Kreisbauinspektion II zu Halle a. S.	—	G = feinkörnig, zellig porös B = uneben, rauh, scharfkantig F = braunrot	—	r = 1,533 s = 3,061 d = 0,501 u = 0,499	—	—	—
2	Torgament (glänzend braun) zur Untersuchung extra angefertigt	desgl.	—	G B F wie vor	—	r = 1,598 s = 3,061 d = 0,522 u = 0,478	—	—	—

[1]) Die Zahlen beziehen sich auf mit Leinöl getränkte Proben. Mit Leinöl getränkte und wieder getrocknete Proben

10		11		12		13				14	15	16
Biegefestigkeit						Abschleifbarkeit						
trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust			Verhalten gegen Wasser, Petroleum, schwache Säuren und Laugen	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B		nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit			
kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	qcm	g	ccm	ccm			
Fußbodenbelag.												
rolit.												
—	—	—	—	—	—	50	28,7	18,1	0,36	—	—	1344
1038	284	—	—	—	—	50	8,1	5,4	0,18	Ergebnisse der Prüfung auf Feuerbeständigkeit: Etwa 20 Minuten nach Beginn des Versuches waren an den Würfeln Risse bemerkbar. Nach dem Löschen des Feuers zeigten sich die Würfel gänzlich von Rissen durchzogen. Bei den an der Luft erkalteten Proben war die äußere Schicht weiß gebrannt und derartig mürbe, daß sie bei der Berührung mit der Hand zerstört und hierdurch ein ziemlich fester grauschwarz gefärbter Kern freigelegt wurde. Von den durch Eintauchen in Wasser abgeschreckten Würfeln hatte sich die äußere Schicht abgelöst; es verblieb nur ein aufgeweichter, von Rissen durchsetzter, jedoch noch zusammenhängender Kern von grauschwarzer Farbe. Die höchste erreichte Wärme betrug etwa 1000 C°.		1590
	Druckfestigkeit 517	—	224	—	179							
	Zugfestigkeit 100,8	—	75,3 [1])	—	38,9							
lit.												
	Druckfestigkeit										Asbest-, Holz-, Stroh- oder sonst geeignete Faserstoffe werden mit aufgelösten Mineralien verarbeitet, zu Platten von 100 × 100, 152 × 83 und 167 × 83 cm von 1,0—15 cm Dicke geformt und unter hydraulischem Druck von 400 Atm. zusammengepreßt. Bei einer Wärme von etwa 150 R° erfolgt das Abbinden innerhalb 24 Stunden	
—	1183	—	1180	—	—	50	12,9	7,1	0,14	—		1692 a
	Druckfestigkeit											
—	1005	—	1063	—	—	50	11,4	6,6	0,13	—		1692 b
ment.												
—	—	—	—	—	—	50	28,4	18,5	0,37	—	—	2472 a
—	—	—	—	—	—	50	32,6 (14,30) [2])	20,4 (8,95) [2])	0,48 (0,32) [2])	[2]) Die in Klammern stehenden Zahlen sind die Ergebnisse der Prüfung auf Verhalten bei der Beanspruchung über dem Sandstrahlgebläse. Für diese Prüfung wurden Probestücke mit den mittleren Abmessungen von 7,1 × 7,1 × 4 cm im lufttrockenen Zustande einem unter 3 Atm. Dampfdruck stehenden Sandstrahl eines Dampfsandstrahlgebläses zwei Minuten lang ausgesetzt. Zur		2472 b

[1]) ergaben: 88,7 kg/qcm Zugfestigkeit.

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s}=b$ $1-b=u$	Wasserdurchlässigkeit: Aufgesaugtes Wasser nach Stunden	in ccm	Stützweite l in cm
3	Torgament (gelblichweiß) zur Untersuchung extra angefertigt	Ursprung unbekannt. Antr. Königliche Kreisbauinspektion II zu Halle a. S.	—	G, B wie vor; F = gelblichweiß	—	r = 1,217 s = 2,970 b = 0,410 u = 0,590	—	—	—
									Eudape-
1	Eudapedon	Ursprungsangabe nicht gestattet	a) Unterlage von Holz b) Schicht grobfaserigen, körnigen Materials c) Schicht dichten feinkörnigen Materials	Obere Plattenschicht: G = dicht, etwas löcherig-blasig porös; B = flachmuschlig, scharfkantig; F = gelblichgrau	—	obere Plattenschicht: r = 1,608 s = 1,945 b = 0,827 u = 0,173	1 2 3 4 5 24	0,1 0,1 0,1 0,0 0,1 0,3	—
									Xylo-
1	Xylopal	desgl.	7,2 × 7,2	G = Sägemehl ist durch ein weißes Bindemittel zu einer porösen, holzartigen ziemlich festen Masse verkittet; B = unregelmäßig, rauh, etwas bröcklig; F = gelblichweißgrau	—	r = 1,004 s = 1,705 b = 0,589 u = 0,411	—	—	—
2	Xylopal ohne Holzunterlage	desgl.	10,0 × 10,0 × 1,5	—	—	—	Bei der Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit mittels aufgekitteter Glasrohre hatten die Proben in 5 Tagen kein Wasser aufgenommen		—
									Ligno-
1	Lignolith, fugenloser Fußbodenbelag	Friedrich Jansen Lignolith-Fabrik zu Mannheim	14,5 × 13,5 × 1,1 bis 1,4	G = porös, etwas körnig, mit faserigen Einschlüssen (Sägemehl); B = uneben, rauh, scharfkantig; F = bräunlichgelb	—	r = 1,454 s = 1,869 b = 0,778 u = 0,222	1 2 3 4 5 24 48 72	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 1,8 2,6	—

10		11		12		13				14	15	16
Biegefestigkeit						Abschleifbarkeit						
trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust			Verhalten gegen Wasser, Petroleum, schwache Säuren und Laugen	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
							nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit			
Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B							
kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	qcm	g	ccm	ccm			
—	—	—	—	—	—	50	30,7 (13,04) [2]	25,2 (10,7) [2]	0,50 (0,35) [2]	Erzielung einer gleichmäßigen Abnutzung an allen Punkten der beanspruchten kreisrunden Fläche der Probekörper wurden letztere im doppelten Sinne in drehende Bewegung gesetzt. Die abgenutzte Fläche hatte einen Durchmesser von 5,98 cm, also einen Flächeninhalt von 28 qcm.		2472 c
don.												
—	—	—	—	—	—	50	32,8	20,4	0,41	—	—	1140
pal.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2027
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach Einwirkung von Wasser, 2% Salzsäure, 2% Salpetersäure, 2% Schwefelsäure, 2% Sodalösung, starker, alkalisch reagierender Seifenlauge, 2% Ammoniaklösung und Petroleum waren Färbung und Gefüge des Materials nicht nennenswert verändert.	—	2060
lit.												
—	—	—	—	—	—	50	18,6	12,8	0,26	Nach Einwirkung von Wasser, 2% Sodalösung, 2% Ammoniaklösung und starker, alkalisch reagierender Seifenlauge wurde keine merkliche Veränderung des Farbtons hervorgerufen, während die mit 2% Salzsäure, 2% Salpetersäure und 2% Schwefelsäure und Petroleum behandelten Proben ein etwas helleres Aussehen zeigten.	—	2834

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasserdurchlässigkeit: Aufgesaugtes Wasser nach Stunden	in ccm	Stützweite l in cm
	des Materials		Länge (l) Breite (b) Höhe (h) in cm	G = Gefüge B = Bruch F = Farbe					
									Hygiena-
1	Hygiena-Fußbodenbelag	Isoliermittel- und Hygiena-Fußboden-Fabrik R. Beck & Co. zu Stuttgart	Dicke: 1,0 cm	G = gleichförmig etwas löchrig-porös und feinkörnig B = unregelmäßig rauh, etwas brücklig F = bräunlichgrau	—	r = 1,328 s = 2,073 d = 0,641 u = 0,359	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden in % des Trockengewichts	nach Sättigung	Gehalt an löslichen Salzen %	Stützweite l in cm	
	des Materials		Länge (l) Breite (b) Höhe (h) in cm	G = Gefüge B = Bruch F = Farbe						Länge des Rahmens	Breite des Rahmens
											8. Glas-
1	Gewöhnliche Rohglasplatten	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,8×24,8×2,7	—	4,312	—	—	—	—	22	
2	Drahtglasplatten	desgl.	24,8×24,8×2,7 Drahteinlage. Eisendrahtgeflecht von etwa 5,73 mm Maschenweite. Drahtstärke rund 0,67 mm	—	4,211	—	—	—	—	22	
3	Luxfer Fliesen-Platten 22×24 a/3,5 cm	Deutsches Luxfer Prismen-Syndikat G. m. b. H. zu Berlin		—	4,11	—	—	—	—	18	19
4	desgl. 36 × 36 a/3,5 cm	desgl.		—	9,76	—	—	—	—	30	30

[1]) Druckübertragung mit gußeisernem Radkranzstück und 0,5 cm dicker Gummizwischenlage, entsprechend Wagenrad von 36 cm Durchmesser und 5,6 cm Felgenbreite. Die Zerstörung erfolgte von der Mitte aus durch strahlenförmig verlaufende Risse.

10		11		12		13				14	15	16
Biegefestigkeit						Abschleifbarkeit						
trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust			Verhalten gegen Wasser, Petroleum, schwache Säuren und Laugen	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B		nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit			
kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	qcm	g	ccm	ccm			
Fußbodenbelag.												
—	—	—	—	—	—	28	1,1 [1])	0,8 [1])	0,03 [1])	[1]) Ergebnisse der Prüfung des Verhaltens über dem Sandstrahlgebläse (Abnutzbarkeit). Die Oberfläche der lufttrockenen Proben wurde einem unter 2 Atm. Dampfdruck stehenden Sandstrahl des Dampfsandstrahlgebläses 2 Minuten lang ausgesetzt. Zur Erzielung gleichmäßiger Beanspruchung der dem Sandstrahl ausgesetzten kreisrunden Fläche der Probekörper von 6 cm Durchmesser wurden die Körper während des Versuchs langsam gedreht.		4425 a

11		12		13		14		15				16	17
Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust			Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B				nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit		
kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
platten.													
1532	275	—	—	—	—	r = 20 mm g = 1 kg	1× 2×0,41 = 0,82 1× 8×2,00 = 16,00 1× 9×2,40 = 21,60 3×10×2,85 = 85,50 2×11×3,35 = 74,20	—	—	—	—	—	1215
1254	225	—	—	—	—	r = 20 mm g = 1 kg	2× 1×0,50 = 1,00 1× 4×0,86 = 3,44 4× 9×1,71 = 61,56 2×11×3,35 = 74,20 1×19×5,51 = 104,69	—	—	—	—	—	1215
[1]) 1592 [2]) 1318	—	—	—	—	—	Durch die Druckversuche sollte festgestellt werden, bei welcher Belastung der Bruch der an den vier Seiten aufgelagerten Glasplatten eintritt, wenn diese einem Raddruck in der Mitte unterworfen werden. Der Druckkörper sollte: a) der Druckfläche eines Wagenrades mit Gummireifen von 36 cm Durchmesser und 5,6 cm Felgenbreite, b) der Druckfläche eines Wagenrades von 25 cm Durchmesser und 6,5 cm Felgenbreite entsprechen. Die Belastung der auf einem Holzrahmen allseitig aufliegenden Platten erfolgte in der Mitte (vergl. Fußnote [1]) und [2])).				3154
[1]) 2124 [2]) 1954	—	—	—	—	—								3154

[2]) Druckübertragung mit gußeisernem Radkranzstück, entsprechend Wagenrad von 35 cm Durchmesser und 6,5 cm Felgenbreite. Art der Zerstörung wie vor.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden	Wasseraufnahme nach Sättigung	Gehalt an löslichen Salzen	Stützweite l
	des Materials		Länge (l) Breite (b) Höhe (h) in cm	G = Gefüge B = Bruch F = Farbe	kg		in % des Trockengewichts		%	in cm
9. Keramoplatten und										
1	Keramoplatten	Glashüttenwerke Adlerhütten Akt.-Ges. zu Penzig i. Schles	15,0 × 15,0 × 2,3	G = ungleichförmig, körnig bis dicht, stellenweise blasig porös, schlackig B = muschlig bis splittrig, scharfkantig F = rötlich bis grünlichgrau	1,219	r = 2,528 s = 2,653 d = 0,953 u = 0,47	0,2	0,2	—	13
2	Keramoplatten Patent Garschey	desgl.	19,8 × 19,8 × 2,5	G = körnig bis dicht, etwas blasig porös B = flachmuschlig bis splittrig F = grünlich-hellgrau	2,497	r = 2,551 s = 2,631 d = 0,970 u = 0,30	—	—	—	—
3	Künstlicher Marmor	Oliva & Cie., Ges. m. beschr. Haftung zu Malstatt-Burbach.	Würfel von 6 und 7,1 cm Kantenlänge	G = mikrokristallinisch, etwas löchrig-blasig-porös B = scharfkantig, muschlig F = weiß, schwarz, gelb, braunrot geadert	0,431 0,419	r = 1,973 s = 2,344 d = 0,842 u = 0,158	4,3	5,6	—	—
4	Kunstgranit	Reineke & Co. zu Stettin. Antr. Magistrat Hafen-Deputation zu Stettin	Würfel von etwa 15 cm Kantenlänge	—	8,596 —	—	—	—	—	—
5	Kunstgranit		desgl.	—	8,428 —	—	—	—	—	—
6	Kunstgranit		desgl.	—	8,413 —	—	—	—	—	—
7	Kunstsandstein	Gebr. Friesecke Kunstsandsteinfabrik zu Berlin	7,1 × 7,1 × 4,0 10,0 × 10,0 × 10,0	G = gleichförmig, feinkörnig B = flachmuschlig, ziemlich scharfkantig F = grünlichgrau	—	r = 2,104 s = 2,563 d = 0,821 u = 0,179	—	—	—	—

[1]) Niedrigster Wert der Versuchsreihe.
[2]) Höchster Wert der Versuchsreihe.
[3]) Nach 1060 Umdrehungen der Schleiffläche.

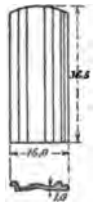
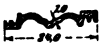
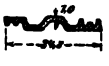
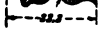
11		12		13		14		15				16	17
Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren					Mittlerer Materialverlust				
Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
Materialien sonstiger Art.													
370[2]) [3]) 1250	213	350[1]) [3]) 1520	204	440[1]) [3]) 1250	204	r = 27 mm g = 1 kg	6 × 1 × 0,35 = 2,10 4 × 2 × 0,70 = 5,60	50	9,4	3,7	0,74	Die Platten zersprangen bei den Stoßversuchen vom Treffpunkte aus in zwei annähernd gleiche oder in drei unregelmäßige Stücke	1367
—	—	—	—	—	—	r = 27 mm g = 1 kg	1 × 1 × 0,60 = 0,60 9 × 2 × 0,90 = 16,20	50	[5]) 16,0	[5]) 6,3	0,13	Härtegrad: 9 (Schmirgel) der Mohsschen Skala. Gehalt an in Salzsäure löslichen Bestandteilen: 2,7 % (zum größten Teil aus Eisenoxyd und Kalk bestehend)[4])	1542
Druckfestigkeit													
—	440	—	341	—	275	—	—	50	70,6	35,8	0,71	Härtegrad: 2—3 (Gips-Kalkspath) der Mohsschen Skala	1756
Druckfestigkeit													
—	—	—	582	—	548	—	—	—	—	—	—	Die Körper bestanden aus 1 Tl. Zement + 1 Tl. Granitgrus + 1 Tl. Granit + 1/2 Tl. Marmor	3301 a
—	—	—	621	—	576	—	—	—	—	—	—	Die Körper bestanden aus 1 Tl. Zement + 1 Tl. Granitgrus + 1/2 Tl. Granit + 1/2 Tl. Marmor + 1/60 Tl. Farbe	3301 b
—	—	—	614	—	540	—	—	—	—	—	—	Die Körper bestanden aus 1 Tl. Zement + 1 Tl. Granitgrus + 1 Tl. Granit + 1/60 Tl. Farbe	3301 c
lufttrocken zementgrau 182 rotbraun 275		—	—	—	—	—	—	50	101,1	48,1	0,96	Die Würfel für die Druckversuche waren hergestellt aus 1 Rtl. Sternzement + 0,33 Rtl. Kalkmehl + 3 Rtl. Kiessand aus den eigenen Gruben in Britz. Den rotbraunen Würfeln war noch 0,03 Rtl. belgisches Eisenmixtum zugesetzt. Die Probestücke für die Abnutzungsversuche wurden der Lauffläche einer Treppenstufe entnommen	1023

[4]) Nach 14tägiger Einwirkung von konzentrierter Salzsäure und Nitrosäure (1 Teil konzentrierte Schwefelsäure und 1 Teil konzentrierte Salpetersäure) zeigten die Keramoplatten keine sichtbare Veränderung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben	Raumgewicht r, spezifisches Gewicht s, $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = n$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden, nach Sättigung in % des Trockengewichts	Gehalt an löslichen Stoffen	Stützweite
	des Materials		Länge L, Breite B, Höhe H in cm	G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	kg			%	in cm
8	Kunststein	Gebr. Friesecke Kunststeinfabrik zu Berlin	10,0×10,0×10,0	F = weiß	2,100 2,043	—	5,8 7,1	—	—
9	desgl.	desgl.	10,0×10,0×10,0	F = rötlichgrau	2,197 2,161	—	3,8 4,8	—	—
10	desgl.	desgl.	10,0×10,0×10,0	F = gelblichgrau	2,048 1,999	—	5,6 7,2	—	—
11	Granito mit schwarzer Körnung	desgl.	Würfel von 7,1 und 10 cm Kantenlänge	G = gleichförmig, fein- bis mittelfeinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = grau gesprenkelt	2,305 —	r = 2,370 s = 2,615 b = 0,906 n = 0,094	— —	—	—
12	Granito mit roter Körnung	desgl.	Würfel von 7,1 und 10 cm Kantenlänge	G = gleichförmig, fein- bis mittelfeinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = rötlichgrau gesprenkelt	2,243 —	r = 2,283 s = 2,615 b = 0,873 n = 0,127	— —	—	—
13	Granito mit gelber Körnung	desgl.	Würfel von 7,1 und 10 cm Kantenlänge	G = gleichförmig, fein- bis mittelfeinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = gelblichgrau gesprenkelt	2,308 —	r = 2,268 s = 2,609 b = 0,869 n = 0,131	— —	—	—
14	Granito mit weißer Körnung	desgl.	Würfel von 7,1 und 10 cm Kantenlänge	G = gleichförmig, fein- bis mittelfeinkörnig B = unregelmäßig, rauh F = weißlichgrau gesprenkelt	2,270 —	r = 2,223 s = 2,601 b = 0,855 n = 0,145	— —	—	—

11		12		13		14		15				16	17
Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Abschleifbarkeit					
trocken		wasserfatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Schleiffläche	Mittlerer Materialverlust nach 440 Umdrehungen		bezogen auf die Flächeneinheit	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B	Bruchlast	σ_B								
kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm		mkg	qcm	g	ccm	ccm		
lufttrocken —	428	—	345	Die Festprobe wurde bestanden		—	—	—	—	—	—	3 Gwtl. weißes Steinmehl von der Firma Gebr. Merkle in Ulm + 1 Gwtl. Portland-Zement	3491 a
lufttrocken —	416	—	389	desgl.		—	—	—	—	—	—	3 Gwtl. rotes Steinmehl von der Firma Gebr. Merkle + 1 Gwtl. Portland-Zement	3491 b
lufttrocken —	351	—	303	desgl.		—	—	—	—	—	—	3 Gwtl. gelbes Steinmehl von der Firma Gebr. Merkle + 1 Gwtl. Portland-Zement	3491 c
lufttrocken —	549	—	—	—	—	Für die Versuche über dem Sandstrahlgebläse wurde je eine Fläche der lufttrockenen Würfel dem unter 3 Atm. Dampfdruck stehenden Sandstrahl des Gebläses 2 Minuten lang ausgesetzt. Zur Erzielung gleichmäßiger Beanspruchung einer kreisrunden Fläche der Probekörper von 28 qcm (6 cm Durchmesser) wurden die Körper während des Versuchs langsam über dem Sandstrahl bewegt.		Schleifversuch 50	67,8	28,6	0,57	Im November 1903 hergestellt aus 1 Gwtl. Stern-Zement + 2½ Gwtl. Körnung (schwarz) aus Kalkstein. Prüfung im März 1904	4621 a
								Sandstrahlgebläse 28	20,1	8,5	0,30		
lufttrocken —	470	—	—	—	—			Schleifversuch 50	58,2	25,5	0,51	Im Dezember 1903 hergestellt aus 1 Gwtl. Stern-Zement + 2½ Gwtl. Körnung (rot) von Kalkstein. Prüfung im März 1904	4621 b
								Sandstrahlgebläse 28	20,6	9,1	0,33		
lufttrocken —	548	—	—	—	—			Schleifversuch 50	47,7	21,0	0,42	Im Dezember 1903 hergestellt aus 1 Gwtl. Stern-Zement + 2½ Gwtl. Körnung (gelb) von Kalkstein. Prüfung im März 1904	4621 c
								Sandstrahlgebläse 28	20,2	8,9	0,32		
lufttrocken —	565	—	—	—	—			Schleifversuch 50	57,5	25,9	0,52	Im Dezember 1903 hergestellt aus 1 Gwtl. Stern-Zement + 2½ Gwtl. Körnung (weiß) von Kalkstein. Prüfung im März 1904	4621 d
								Sandstrahlgebläse 28	24,8	11,2	0,40		

II. Dachdeckstoffe

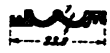
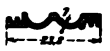
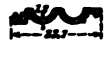
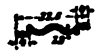
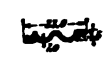
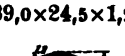
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
1. Gebrannte										
1	Braunglasierte Biberschwänze	Ursprungsangabe nicht gestattet	36,2×15,0×1,1 Biberschwanzform	G = gleichförmig, dicht B = scharfkantig, unregelmäßig F = gelblichgrau	1,220 1,192	r = 2,198 s = 2,595 d = 0,847 u = 0,152	1,0	1,6	0,23	0,073
2	Braunglasierte Strangfalzziegel	desgl.	36,5×15,0×1,0 	G = gleichförmig, dicht B = scharfkantig F = grün	1,515 1,506	r = 2,216 s = 2,603 d = 0,851 u = 0,149	1,0	1,9	0,30	0,064
3	Blauglasierte Dachsteine (Maschinenziegel)	Tonwarenfabrik Wiesner & Golisch G. m. b. H. zu Falkenberg Ober-Schles.	37,0×15,8×1,4 Biberschwanzform	G = gleichförmig, feinkörnig B = uneben, rauh, scharfkantig F = grauschwarz bis schmutzig rotbraun	1,599 1,572	r = 2,121 s = 2,565 d = 0,827 u = 0,172	3,0	3,3	0,41	0,056
4	Braun- und gelbglasierte Dachfalzziegel	Ursprungsangabe nicht gestattet	45,0×24,0×1,0 profiliert 	G = ziemlich gleichförmig, feinkörnig, stellenweise etwas rissig B = uneben rauh, scharfkantig F = hellgelb	3,499 3,444	r = 1,786 s = 2,759 d = 0,647 u = 0,352	13,3	13,6	0,69	0,43
5	Ledergelbe Dachfalzziegel	desgl.	40,0×24,8×1,0 profiliert 	G = gleichförmig, an einzelnen Stellen rissig, mit größeren und kleinen Körnern durchsetzt B = unregelmäßig, uneben, rauh, scharfkantig F = rötlichgelb	2,894 2,886	r = 1,842 s = 2,658 d = 0,693 u = 0,306	10,4	11,3	0,68	0,691
6	Naturfarbene Doppelfalzziegel	Vereinigte Speyerer Ziegelwerke A.-G. zu Speyer a. Rh.	40,0×22,2×1,0 profiliert 	G = gleichförmig, dicht B = flach muschlig, scharfkantig, etwas splittrig F = rötlich fleischfarben bis rötlichgelb	2,278 2,277	r = 1,662 s = 2,661 d = 0,625 u = 0,375	14,0	15,0	0,66	0,193

[1]) Die Glasur der Mittelrippe wurde zum Teil entfernt und auf die glasurfreie Stelle das Glasrohr aufgekittet.
[2]) Nach 26 Stunden zeigten 2 Ziegel, nach 72 Stunden alle Ziegel Tropfenbildung an der unteren Fläche.

(einschl. Schiefer).

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
Dachsteine.												
30	64	—	61	—	56	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	4 × 1 × 0,100 = 0,40 3 × 2 × 0,205 = 1,23 3 × 3 × 0,315 = 2,84	—	—	Härte: 7 (Quarz). Säureprobe: Die Glasur blieb unversehrt, nur der Glanz hatte sich etwas abgeschwächt	404 a
30	137	—	97	—	111	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	3 × 1 × 0,125 = 0,38 6 × 2 × 0,255 = 3,06 1 × 4 × 0,530 = 2,12	—	—	desgl.	404 b
30	83	—	82	—	67	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	5 × 1 × 0,125 = 0,625 2 × 2 × 0,255 = 1,02 1 × 3 × 0,390 = 1,17 1 × 4 × 0,530 = 2,12 1 × 6 × 0,825 = 4,95	1 2 3 4 5 24 100	0,0 0,0 1,4 1,6 1,8 4,2 10,0	—	544
30	217	—	173	—	184	—	r = 27 mm g = 1 kg	6 × 3 × 0,750 = 13,50 3 × 4 × 1,020 = 12,24 1 × 6 × 1,590 = 9,54	1 2 3 4 5 24 72	40,6 [1] 65,4 91,8 117,8 139,2 444,2 621,8 [2]	Bei der Prüfung auf Säurebeständigkeit war an der Glasur keine Veränderung wahrnehmbar	694
30	202	—	198	—	193	—	r = 27 mm g = 1 kg	8 × 2 × 0,610 = 9,76 2 × 3 × 0,930 = 5,58	1 2 3 4 5 24 48	18,8 27,6 43,2 53,6 63,0 244,0 421,8 [2]	—	704
30	205	—	215	—	214	—	r = 27 mm g = 1 kg	4 × 1 × 0,240 = 0,96 6 × 2 × 0,490 = 5,88	1 2 3 4 5 24 48	33 52 71 87 103 264 433 [2]	Härte: 4—5 (Flußspat—Quarz)	706

[1] Keine Tropfenbildung.
[2] Die Ziegel waren nach 48 Stunden an der Unterseite naß, zeigten jedoch keine Tropfenbildung.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
7	Gedämpfte bleigraue Dachfalzziegel	Tonwerke Kick, Booms & Wallrafen zu Nieder-Krüchten	41,5×23,8×1,0 profiliert 	—	2,509 2,507	—	9,1	12,2	—	—
8	Braunglasierte Dachfalzziegel	desgl.	41,5×23,8×1,0 profiliert 	—	2,598 2,595	—	9,2	12,4	—	—
9	Dachfalzziegel	Ursprungsangabe nicht gestattet	40,3×23,1×1,2 	G = ziemlich gleichförmig, stellenweise etwas knollig und rissig B = muschlig, splittrig F = blaßrot bis hellgelb	2,557 2,552	r = 1,552 s = 2,792 b = 0,556 u = 0,444	24,0	26,0	0,91	1,85
10	Falzziegel	desgl.	39,0×22,5×1,2 	—	2,452 2,445	—	16,0	16,8	—	—
11	Naturrote Muldenfalzziegel	Stradauer Tonwerke G. m. b. H. in Stradau bei Canth, Vertreter Eustach Neumann zu Berlin	40,5×23,0×1,0 	G = gleichförmig, feinkörnig, etwas knollig B = flachmuschlig, etwas splittrig, scharfkantig F = braunrot	2,870 2,866	r = 1,858 s = 2,603 b = 0,714 u = 0,286	9,7	10,5	0,68	0,25
12	Dachpfannen	Hannov. Dachsteinfabrik Herm. Höppner zu Godshow bei Hannover	39,0×24,5×1,2 	G = feinkörnig, gelblich weiße Teilchen (bis etwa Stecknadelkopfgröße) eingelagert B = ohne besondere Merkmale F = ziegelrot	2,312 2,300	r = 1,857 s = 2,685 b = 0,692 u = 0,308	11,1	12,0	0,72	0,85

[1]) An der Unterfläche der Ziegel war kein Durchsickern des Wassers wahrnehmbar.

[2]) Scherbenstücke von etwa 100 mm im Quadrat wurden getrocknet und am Rande mit Wachs abgedichtet. Auf die Oberfläche wurden Glasröhren wie üblich aufgekittet und mit Wasser gefüllt. Die aufgesaugten Wassermengen betrugen im Mittel aus 5 Versuchen nach:

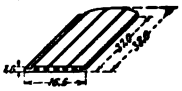
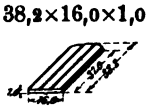
1 Stunde	19,3 ccm	4 Stunden	61,7 ccm
2 Stunden	34,0 „	5 „	70,3 „
3 „	46,7 „	24 „	141,7 „

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
30	135	—	135	—	148	—	r = 27 mm g = 1 kg	3 × 1 × 0,25 = 0,75 5 × 2 × 0,51 = 5,10 2 × 3 × 0,78 = 4,68	1 2 3 4 5 24	8,2 11,0 14,4 18,2 21,2 82,0[1])	—	858 a
30	145	—	139	—	119	—	r = 27 mm g = 1 kg	9 × 2 × 0,51 = 9,18 1 × 4 × 1,06 = 4,24	1 2 3 4 5 24	6,2 11,6 15,8 19,0 21,4 66,6[1])	—	858 b
30	113	—	98	—	106	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	3 × 1 × 0,25 = 0,75 6 × 2 × 0,45 = 5,40 1 × 3 × 0,675 = 2,03	1 2 3 4 5 24	62,5 112,1 163,9 205,4 261,6 mehr als 340[1])	—	1145
33	152	—	133	—	138	—	—	—	1 2 3 4 5 24	23,2[2]) 39,0 57,8 70,4 83,6 317,2[1])	—	1358
32	104	—	97	—	82	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	7 × 2 × 0,500 = 7,00 2 × 3 × 0,775 = 4,65 1 × 4 × 1,025 = 4,10	1 2 3 4 5 24	11,8 18,3 23,5 28,0 31,5 76,3[3])	Die Wasserdurchlässigkeit wurde an Scherbenstücken von etwa 100 mm im Quadrat, die am Rande mit Wachs gedichtet waren, ermittelt	1398
34	279	—	—	—	290	—	—	—	1 2 3 4 5 24	2,6 6,2 10,8 14,4 18,0 25,2[4])	Versuchsausführung wie vor	1465

[1]) Nach 24 Stunden waren die Scherbenstücke an den Unterflächen feucht; Tropfenbildung fand indessen nicht statt.

[2]) Nach 24 Stunden waren die Scherbenstücke an den Unterflächen feucht; Tropfenbildung fand indessen nicht statt.

[3]) Nach 24 Stunden zeigten die Scherbenstücke an der unteren Seite etwas dunklere Färbung; Tropfenbildung fand indessen nicht statt.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
13	Gedämpfte Falzziegel (Silberglanz)	Lippische Tonwarenfabrik v. Reden & Cie. G. m. b. H. zu Lemgo	42,5×24,5×1,1	G = feinkörnig B = scharfkantig, stellenweise flachmuschlig F = hellgrau	2,691 2,676	r = 1,742 s = 2,677 d = 0,651 u = 0,349	15,0	15,7	0,80	0,14
14	Flachwerk (Biberschwanzform)	Rittergutsbesitzer Landsbergsche Erben zu Mangschütz Kr. Brieg	39,0×15,5×1,5	G = gleichförmig, feinbis mittelkörnig B = unregelmäßig, ziemlich scharfkantig F = hell- bis dunkelrot	1,774 1,760	r = 2,008 s = 2,609 d = 0,770 u = 0,230	8,0	8,3	0,73	—
15	Biberschwänze	Groß-Wedener Ziegelei zu Groß-Weden Post Sirksrade	34,5×16,5×1,0	G = feinkörnig, gleichförmig B = unregelmäßig F = ziegelrot	1,077 1,075	r = 1,821 s = 2,674 d = 0,681 u = 0,319	11,2	13,5	0,80	—
16	Braune Dachsteine (Biberschwänze)	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann Akt. Ges. zu Siegersdorf O.-Schl.	36,5×14,5×1,5	G = gleichförmig, feinkörnig, gesintert B = uneben, rauh, scharfkantig F = gelbbraun, mit hellen und dunklen Punkten	1,351 1,339	r = 2,178 s = 2,586 d = 0,842 u = 0,158	2,4	3,2	0,44	—
17	Rote Dachsteine (Biberschwänze)	dieselben	37,0×15,0×1,0	G = gleichförmig, feinkörnig, gesintert B = uneben, rauh, scharfkantig F = braunrot mit hellen und dunklen Punkten	1,292 1,290	r = 2,056 s = 2,586 d = 0,795 u = 0,205	3,1	3,6	0,36	—
18	Blauglasierte Biberschwanzfalzziegel	Ursprungsangabe nicht gestattet	38,0×16,5×1,5 	G = feinkörnig B = unregelmäßig, meist uneben und rauh, splittrig F = gelb, Ziegeloberfläche blauglasiert	1,576 1,573	r = 2,149 s = 2,610 d = 0,823 u = 0,177	1,3	3,7	0,44	0,07
19	Blauglasierte Biberschwänze	Ursprungsangabe nicht gestattet	38,2×16,0×1,0 	G = feinkörnig B = unregelmäßig, meist uneben und rauh, splittrig F = gelb, Ziegeloberfläche blauglasiert	1,348 1,341	r = 2,130 s = 2,619 d = 0,813 u = 0,186	2,0	3,3	0,38	0,10

[1]) Nach 2 Stunden begann die Unterseite sich etwas dunkler zu färben. Die dunkle Färbung dehnte sich allmählich über die ganze Unter- und Oberseite aus. Wasseraustritt fand indes innerhalb 24 Stunden nicht statt.

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
36	139	—	117	—	129	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	1 × 1 × 0,300 = 0,30 5 × 2 × 0,625 = 6,25 1 × 3 × 0,675 = 2,03 3 × 4 × 1,125 = 13,50	1 2 3 4 5 24	8,4 15,4 19,8 24,4 28,4 65,6[1])	Die Wasserdurchlässigkeit wurde an Scherbenstücken von etwa 10 × 15 cm ermittelt, die an den Bruchflächen mit Wachs gedichtet waren	1519
30	81	—	80	—	88	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	6 × 2 × 0,200 = 2,40 4 × 3 × 0,225 = 2,70	1 2 3 4 5 24	3 7 9 12 15 55[1])	wie vor	1726
37	101	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24	14,7 26,4 34,2 46,6 58,3 192,5[2])	Die Wasserdurchlässigkeit wurde an ganzen Dachsteinen ermittelt	2175
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24	— — — — — —	Die Proben hatten innerhalb 24 Stunden keine meßbare Menge Wasser aufgenommen	2242a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24	0,4 1,3 1,7 2,2 3,1 7,2[2])	—	2242b
30	109	—	107	—	96	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	1 × 1 × 0,150 = 0,15 8 × 2 × 0,305 = 4,88 1 × 3 × 0,465 = 1,40	1 2 3 4 5 24	1,7 1,7 1,9 2,2 2,2 2,7[2])	—	2268b
30	58	—	57	—	56	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	4 × 1 × 0,150 = 0,60 5 × 2 × 0,305 = 0,31 1 × 3 × 0,465 = 1,40	1 2 3 4 5 24	0,2 0,5 0,6 0,6 0,7 1,4[2])	—	2268a

[2]) An der unteren Seite der Dachsteine war innerhalb 24 Stunden kein Durchsickern des Wassers bemerkbar.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r), spezifisches Gewicht (s), $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{n}$	Gehalt an löslichen Salzen %
20	Dachsteine (Biberschwanzform)	Reichsgräflich von Hochbergsche Verwaltung der Standesherrschaft Neuschloß zu Wirschkowitz	37,0 × 16,0 × 1,5	G = feinkörnig B = uneben, rauh, splittrig, stellenweise flachmuschlig F = hellrot	1,789 1,769	r = 1,969 s = 2,660 b = 0,740 u = 0,260	8,4	9,1	0,69	0,12
21	Falzziegel	A. Flögel, Dachfalzziegel- und Verblendstein-Fabrik zu Nennhausen	39,0 × 23,0 × 1,0	G = ziemlich gleichförmig, etwas körnig B = unregelmäßig, scharfkantig F = braunrot	2,683 2,641	r = 1,973 s = 2,609 b = 0,756 u = 0,244	4,3	6,8	0,55	—
22	Rotengobierte Dachsteine (Biberschwanzform)	R. P. Heinrichsche Werke zu Naundorf b. Grimma	36,0 × 14,5 × 1,5	G = feinkörnig, ziemlich gleichmäßig B = glatt F = rötlich-gelb	1,363 1,363	r = 1,987 s = 2,631 b = 0,755 u = 0,245	3,5	7,7	0,63	—
23	Braunglasierte Dachsteine (Biberschwanzform)	dieselben [4])	36,0 × 14,5 × 1,5 Form und Abmessungen der Ziegel wie unter lfde. Nr. 22	G = mittelkörnig, unregelmäßig B = riffig F = gelb	1,422 1,415	r = 1,961 s = 2,674 b = 0,733 u = 0,267	4,2	9,8	0,72	—
24	Dachpfannen (Biberschwanzform)	Ursprungsangabe nicht gestattet [4])	35,5 × 15,0 × 1,1	—	—	—	—	—	—	—
25	Naturrote Biberschwänze [7])	Reudener Ziegelwerke vormals Clemens Dehnert Akt.-Ges. zu Reuden b. Zeitz	37,5 × 15,5 × 1,2	G = dicht, einige kleine Körner versprengt eingelagert B = eben F = braunrot	1,449 1,378	r = 2,136 s = 2,598 b = 0,822 u = 0,178	2,6	5,1	0,60	—
26	Naturrote Dachplatten (Biberschwanzform)	Ursprungsangabe nicht gestattet	39,5 × 18,5 × 1,5	G = dicht, feinkörnig, eingesprengt kleine weiße Quarzstückchen B = glatt F = rot	1,923 1,923	r = 1,806 s = 2,691 b = 0,671 u = 0,329	12,0	13,3	0,70	0,34

[1]) Siehe Anmerkung [2]) auf voriger Seite.
[2]) An der Unterseite der Ziegel war kein Durchsickern des Wassers wahrnehmbar.
[3]) Nach 72 Stunden zeigte die Unterseite der Ziegel unterhalb des Rohres dunklere Färbung; Tropfenbildung fand indessen nicht statt.
[4]) Je drei glasierte Ziegel-Bruchstücke wurden
a) in ein zum Teil mit zehnprozentiger Salzsäure gefülltes Glas so eingetaucht, daß sie ungefähr zur Hälfte aus der Säure herausragten,
b) mit einer Glasglocke bedeckt, unter welcher sich gleichzeitig eine Schale mit rauchender Salzsäure befand.
Nach 14 Tagen Einwirkung der Säure war keine sichtbare Veränderung an der Glasur eingetreten.

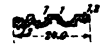
11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
30	104	130	104	130	113	141	r = 20 mm g = 0,5 kg	6 × 2 × 0,355 = 4,26 3 × 3 × 0,540 = 4,86 1 × 5 × 0,925 = 4,63	1 2 3 4 5 24	2,9 7,2 11,0 15,9 20,9 81,1 [5]	—	2308 a
30	215	—	205	—	210	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	6 × 2 × 0,350 = 4,20 4 × 3 × 0,525 = 6,30	1 2 3 4 5 24	0,0 0,1 0,4 1,0 1,3 10,0	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 22,4 ccm 72 „ 29,2 „ [5]	2402 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24	0,0 0,0 0,4 1,0 1,3 6,2	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 12,4 ccm 72 „ 16,3 „ [5]	2413 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24	1,1 1,6 2,2 3,0 3,8 11,7	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 18,5 ccm 72 „ 24,3 „ [5]	2413 b
—	—	—	—	—	—	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	1 × 1 × 0,150 = 0,15 6 × 2 × 0,305 = 3,66 3 × 3 × 0,465 = 4,19	1 2 3 4 5 24	3,6 6,4 8,2 10,4 11,8 52,0	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 111 ccm 72 „ 167 „ [5]	2468
30	95	192	84	169	83	166	r = 20 mm g = 0,5 kg	6 × 1 × 0,150 = 0,90 4 × 2 × 0,300 = 2,40	1 2 3 4 5 24	1,1 1,5 2,3 2,6 3,2 7,6	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 15,2 ccm 72 „ 23,0 „ [5]	2500
31	80	89,4	83	93	82	92	—	—	1 2 3 4 5 24	28,2 48,0 69,2 93,2 116,0 301,6	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 397 ccm 72 „ 470 „ [5]	2711 a

[5]) Sämtliche Proben zeigten an der Oberseite rings um die Rohre und an der Unterseite unterhalb der Rohre feuchte Stellen; Tropfenbildung fand indessen nicht statt.

[6]) Dieselben Ziegel, jedoch mit Glasur versehen, wurden der Prüfung auf Glasurbeständigkeit (vergl. Anmerkung [4]) unterworfen. Nach 14 Tagen Einwirkung der Säuren war an der Glasur keine Veränderung wahrzunehmen.

[7]) Dieselben Steine, mit brauner Glasur versehen, wurden auf Glasurbeständigkeit in der üblichen Weise geprüft. Nach 14 Tagen Einwirkung der Säuren war an der Glasur keine Veränderung wahrzunehmen.

[8]) Sämtliche Proben ließen bis zu 72 Stunden an der Unterseite kein Durchsickern des Wassers erkennen.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
27	Silberblaue Dachplatten (Biberschwanzform)	Ursprungsangabe nicht gestattet	39,5 × 18,5 × 1,5 Form und Abmessungen der Ziegel wie unter lfde. Nr. 26	G = dicht, feinkörnig B = nahezu eben F = grau	1,937 1,937	r = 1,739 s = 2,691 b = 0,669 u = 0,331	13,0	15,3	0,84	0,21
28	Naturrote Doppelfalzziegel	desgl.	41,0 × 24,0 × 1,2 	G = porös, feinkörnig B = uneben, scharfkantig, riffig F = rot	2,882 2,864	r = 1,736 s = 2,721 b = 0,638 u = 0,362	14,0	16,3	0,79	0,44
29	Silberblaue Doppelfalzziegel	desgl.	41,0 × 24,0 × 1,2 Form und Abmessungen der Ziegel wie unter lfde. Nr. 28	G = dicht, feinkörnig B = uneben, scharfkantig F = grau	2,783 2,783	r = 1,821 s = 2,709 b = 0,672 u = 0,328	13,0	14,7	0,83	0,16
30	Naturrote Dachsteine (Biberschwänze)	Martins Werke, Filiale der Mechanischen Weberei Sorau, vorm. J. F. Martin & Cie. zu Kunzendorf N.-L.	37,0 × 15,0 × 1,1	G = gleichförmig, feinkörnig B = flachmuschlig, scharfkantig F = braunrot	1,299 1,297	r = 2,074 s = 2,592 b = 0,800 u = 0,200	2,2	3,7	0,36	0,15
31	Dachfalzziegel	Dampfziegelei Ueckingen Ges. m. B. zu Ueckingen	41 0 × 24,0 × 1,2	—	2,796 2,704	—	11,0	13,6	—	0,40
32	Dachplatten (Biberschwänze)	J. Baumann Söhne, Dampfziegelei und Falzziegelfabrik zu Göppingen	38,5 × 16,0 × 1,7	G = fein- bis mittelfeinkörnig, gleichmäßig B = eben F = rot	2,009 1,917	r = 1,966 s = 2,655 b = 0,740 u = 0,260	7,0	10,1	0,76	0,10
33	Dachziegel (Biberschwanzform)	Rothersche Kunstziegeleien Gesellschaft mit beschränkter Haftung zu Liegnitz	37,7 × 15,8 × 1,3	G = gleichförmig, fein- bis mittelkörnig B = unregelmäßig, scharfkantig F = rot mit weißen Pünktchen	1,587 1,581	r = 2,084 s = 2,661 b = 0,770 u = 0,230	3,4	5,8	0,52	0,10

[1]) Siehe Anmerkung [8]) auf voriger Seite.

[2]) Fünf Falzziegel wurden an den Enden der an der Oberfläche befindlichen Vertiefungen mit Zementleisten versehen und in die Vertiefungen Wasser eingegossen. Die Proben waren dabei derart wagerecht gelagert, daß ihre Unterseite eine genaue Beobachtung gestattete.

[3]) Fast unmittelbar nach dem Eingießen zeigten die Falzziegel an der Unterseite eine dunkle Färbung. Nach etwa zwei Stunden sickerte bei allen Proben das Wasser in Tropfen durch.

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
31	81	90	74	83	73	82	—	—	1 2 3 4 5 24	12,5 25,0 34,9 46,6 53,3 130,4	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 183 ccm 72 „ : 229 „ [1]	2711 b
34	128	—	117	—	116	—	—	—	1 [2] 2 3 4 5 24	— [2] — — — — —	Auf die Dachsteine konnten keine Glasrohre aufgekittet werden; die Proben wurden daher mit Zementleisten versehen. Siehe unten Anm. 2	2711 c
34	125	—	123	—	119	—	—	—	1 [2] 2 3 4 5 24	— [2] — — — — —	Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit wie unter lfd. Nr. 28	2711 d
32	79	209	80	212	74	196	r = 20 mm g = 0,5 kg	1 × 2 × 0,105 = 0,21 3 × 3 × 0,165 = 1,49 2 × 4 × 0,230 = 1,84 3 × 5 × 0,300 = 4,50 1 × 7 × 0,455 = 3,19	1 2 3 4 5 24	0 0 0 0 0 3	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 5 ccm 72 „ 8 „ [3]	2897
35	168	—	145	—	158	—	—	—	1 [2] 2 3 4 5 24	— [2] — — — — —	Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit wie unter lfd. Nr. 28	2960
30	164	160	156	152	157	153	r = 20 mm g = 0,5 kg	4 × 2 × 0,305 = 2,44 4 × 3 × 0,465 = 5,58 1 × 4 × 0,630 = 2,52 1 × 5 × 0,800 = 4,00	1 2 3 4 5 24	2,8 5,8 9,2 11,6 14,6 72,8	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 144,2 ccm 72 „ : 201,2 „ [4]	2982
30	83	143	84	144	78	134	r = 20 mm g = 0,5 kg	1 × 1 × 0,100 = 0,10 4 × 2 × 0,200 = 1,60 3 × 3 × 0,300 = 2,70 1 × 4 × 0,400 = 1,60 1 × 5 × 0,500 = 2,50	1 2 3 4 5 24	0,0 0,8 1,6 2,4 3,0 15,2	Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 28,8 ccm 72 „ : 43,0 „ [4]	3229 d

[1] Bei einer Probe trat nach zwei Stunden, bei zwei Proben nach 24 Stunden nach dem Eingießen des Wassers Tropfenbildung an der Unterseite ein, während zwei Proben auch nach 72 Stunden äußerlich unverändert blieben.

[2] Sämtliche Proben ließen bis zu 72 Stunden an der Unterseite kein Durchsickern des Wassers erkennen.

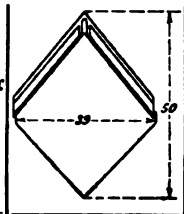
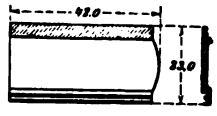
[3] Fast unmittelbar nach dem Eingießen des Wassers zeigten die Ziegel an der Unterseite dunklere Färbung. Nach 36 Stunden war die Unterseite feucht geworden; Tropfenbildung fand indes nicht statt.

[4] Tropfenbildung oder Durchsickern von Wasser fand nicht statt.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = n$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden in % des Trockengewichts	Wasseraufnahme nach Sättigung w	$\frac{w}{n}$	Gehalt an löslichen Salzen %
34	Naturrote Falzziegel	Aktien-Gesellschaft des Tonwerkes zu Friedrichssegen a. d. Lahn	40,0 × 20,0 × — profiliert	—	2,652 2,650	—	5,3	7,8	—	0,15
35	Silbergrau gedämpfte Falzziegel	desgl.	41,0 × 23,5 × — profiliert	—	2,595 2,592	—	9,1	13,5	—	0,26
36	Schwarz imprägnierte Falzziegel	desgl.	41,0 × 23,5 × — profiliert	—	2,572 2,569	—	7,4	12,7	—	0,36
37	Naturrote Doppel-Falzziegel	Luisenwerk Tonindustrie-Aktien-Gesellschaft zu Voigtstedt i. Th.	l = 41,0 cm b = 24,0 „ profiliert	G = gleichförmig feinkörnig B = unregelmäßig F = rot	2,625 2,622	r = 1,814 s = 2,679 d = 0,677 u = 0,323	9,3	13,5	0,76	0,41

[1]) Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 214 ccm, nach 72 Stunden: 324 ccm; Tropfenbildung fand nicht statt.

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bei der 25-maligen Frostbeanspruchung erlitten die Ziegel keine sichtbaren Veränderungen	3098 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	desgl.	3998 a
Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuereinwirkung. Nach fünf Minuten Brennzeit zersprangen die mittleren, von der Flamme am stärksten angegriffenen Ziegel; zugleich entwickelte sich schwefelgelber Rauch an der Oberfläche der Ziegel. An den unteren Kanten zweier Ziegel schwitzte etwas Teer in flachen Tropfen aus, der allmählich verbrannte. — Nach weiteren fünf Minuten hörte die Rauchentwickelung allmählich auf und die Ziegel nahmen mattschwarze Färbung an. Nach fünfzehn Minuten Brennzeit verkrümmten sich die Ziegel muldenförmig. Nach fünfundzwanzig Minuten Brennzeit färbten sich die Ziegel an den unteren Kanten und in den Mulden rotbraun. Am Ende des Versuchs (eine Stunde Brennzeit) hatten die Ziegel zum größten Teil ihre natürliche rötliche Färbung wieder angenommen. Die noch vorhandene schwarze Farbe ließ sich leicht abschaben. Sämtliche Ziegel wiesen Querrisse auf und waren nach dem Abkühlen (an der Luft und unter Wasser) klapprig. — Die beobachtete höchste Wärme in der Mitte der Ziegelreihe betrug mehr als 1020 C°; unter den Eckziegeln war diese Wärme nicht ganz erreicht, der Schmelzpunkt 900 C° aber überschritten worden. **Verhalten gegenüber der Einwirkung von Sonnenwärme.** Zehn Falzziegel lagerten vom 17. Juni 1902 ab in normaler Neigung auf einem Dache derart, daß sie allen Witterungseinflüssen frei ausgesetzt waren. Die Beobachtung der Ziegel erstreckte sich auf die Zeit bis zum 17. August 1902, während welcher nur an verhältnismäßig wenigen Tagen Sonnenschein und große Hitze herrschte. Meist war regnerisches oder trübes Wetter. Während der zweimonatigen Versuchsdauer war eine sichtbare Veränderung der Ziegeloberfläche bezw. Imprägnierung nicht eingetreten.											desgl.	3098 b
l = 35	127	—	114	—	118	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	$3 \times 4 \times 0{,}7 = 8{,}4$ $7 \times 5 \times 1{,}0 = 35{,}0$ Vom Treffpunkte aus in zwei Teile zersprungen	1 2 3 4 5 24	8 13 20 25 30 104 [1])	Das Rohmaterial, schiefriger Ton, wird in Gruben als Tagebau gewonnen. Die nötigen Magerungsmaterialien, bestehend in feinem Quarzsand, befinden sich über und unter den Tonlagern. Das Rohmaterial wird durch Rollengänge zerkleinert, durch weitere Vorbereitungsmaschinen homogen gemacht und aus diesem völlig aufgeschlossenen Material werden Falzziegel usw. gefertigt. Die fertig geformten Erzeugnisse werden in besonderen Trockenvorrichtungen getrocknet, in Öfen verschiedenen Systems gebrannt und nach Farbe und Qualität sortiert.	3883

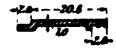
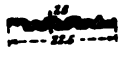
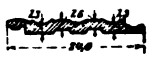
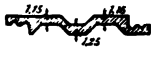
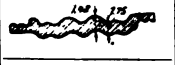
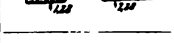
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$ $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
38	Blauglasierte Dachziegel (Biberschwänze)	Mallmitzer Tonwerke zu Mallmitz i. Schlesien	38,5 × 15,5 × 1,2 vergl. Fig. zu Nr. 33	G = gleichförmig feinkörnig B = glatt F = rot mit weißen (Quarz-) Sprenkeln	1,409 1,407	r = 2,017 s = 2,632 d = 0,766 u = 0,234	3,2	5,4	0,47	0,05 Gehalt an leichtlöslich. Salzen 0,02 %[1]
39	Blauglasierte Dachziegel (Biberschwänze)	Ursprungsangabe nicht gestattet.	37,0 × 15,0 × 1,0 vergl. Fig. zu Nr. 22	G = gleichförmig feinkörnig B = glatt F = dunkelgrau	1,144 1,143	r = 2,148 s = 2,597 d = 0,827 u = 0,173	1,5	2,6	0,35	0,09 Gehalt an leichtlöslich. Salzen 0,01 %[2]
40	Rotbraunglasierte Strangfalzziegel mit Ventilation	desgl.	l = 37 cm b = 15 „ profiliert	G = gleichförmig feinkörnig B = glatt F = dunkelbraun mit hellerem Kern	—	r = 2,145 s = 2,586 d = 0,829 u = 0,171	0,9	2,2	0,29	0,08 Gehalt an leichtlöslich. Salzen 0,01 %[4]
										2. Zement-
1	Reitfalzziegel	Theodor Köhler zu Limbach (Sachsen)		G = gleichförmig, dicht B = unregelmäßig, rauh F = grau	3,625 3,555	r = 2,108 s = 2,617 d = 0,806 u = 0,194	5,6	6,8	0,75	—
2	Zement-Dachsteine	Antr. L. Klatt zu Rummelsburg i. Pom.	l = 42,0 cm b = 23,0 cm	—	—	—	—	—	—	—
3	Zement-Dachsteine (an der Unterseite geteert)[3]	Antr. derselbe	l = 42,0 cm b = 23,0 cm 	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Gehalt an in Salzsäure löslichen Bestandteilen: 0,05 % (Eisenoxyd, Tonerde und Gips).
Nach 14 Tagen Lagern in konzentrierter Salzsäure und in Nitrosäure zeigten die Ziegel keine sichtbaren Veränderungen.
[2]) Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 8 ccm, nach 72 Stunden: 12 ccm; Wasserdurchlaß fand nicht statt.
[3]) Gehalt an in Salzsäure löslichen Bestandteilen: 0,18 % (Hauptbestandteile: Eisenoxyd, Tonerde, Kalk).
Nach 14 Tagen Lagern in konzentrierter Salzsäure und in Nitrosäure zeigten die Ziegel keine sichtbaren Veränderungen.
[4]) Gehalt an in Salzsäure löslichen Bestandteilen: 0,24 % (Hauptbestandteile: Eisenoxyd, Tonerde, Kalk).
Nach 14 Tagen Lagern in konzentrierter Salzsäure und in Nitrosäure zeigten die Ziegel keine sichtbaren Veränderungen.

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l cm	trocken		wasserfatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
l = 30	65	131	64	129	57	115	r = 20 mm g = 0,5 kg	8×8×0,45 = 10,8 1×4×0,70 = 2,8 1×5×1,00 = 5,0	1 2 3 4 5 24	0 0 0 1 1 4 [3])	Das Rohmaterial wird in eigenen Schächten als fetter Braunkohlenton gegraben. Die Verarbeitung erfolgt in eigener modern eingerichteten Dampfziegelei. Zur Herstellung der Dachsteine dienen Schneckenpressen. Die engobierten, sowie glasierten Dachsteine werden bei sehr hoher Temperatur gebrannt.	4288
l = 31	46	143	43	133	42	130	r = 17 mm g = 0,25 kg	2×1×0,075 = 0,15 7×2×0,175 = 1,45 1×3×0,300 = 0,90	Bis zu 72 Stunden hatten die Dachziegel kein Wasser aufgenommen		—	4531 a
l = 31	119	—	99	—	93	—	r = 17 mm g = 0,25 kg	3×2×0,225 = 1,350 5×3×0,375 = 5,625 2×4×0,550 = 4,400	desgl.		—	4531 b
Dachsteine.												
30	87	—	78	—	75	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	4×1×0,250 = 1,00 6×2×0,475 = 5,70	—	—	—	435
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24 48	0,0 0,2 0,4 0,8 1,6 7,2 15,6	Nach 48 Stunden war noch kein Durchsickern von Wasser an der Unterseite der Dachsteine wahrnehmbar [4])	606 a
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2 3 4 5 24 48	0,0 0,0 0,0 0,0 0,6 3,0 5,2	wie vor [4])	606 b

[3]) Die Dachsteine waren bereits verlegt gewesen.

[4]) Prüfung der Falze auf Wasserdichtigkeit. Auf die Oberfläche von drei Dachsteinen wurden oberhalb der Seitenfalze etwa 1 cm hohe Wachsleisten so aufgekittet, daß ein Streifen der Plattenoberfläche von der Länge und Breite der darunter liegenden Falze (also der Teil des Dachsteines, der infolge der Falze am schwächsten ist) von einem Wachsrand umgeben war. Der auf diese Weise umgrenzte (in der Skizze schraffierte) Raum wurde mit Wasser angefüllt. Sobald dieses aufgesaugt war, wurde Wasser nachgegossen. Fünfzehn Minuten nach dem ersten Auffüllen zeigte sich an den Dachstein-Unterflächen (im Falz) Feuchtigkeit, die sich allmählich über den ganzen Stein verbreitete und sich im Verlaufe von $^3/_4$ bis $3\,^1/_4$ Stunden in den Falzen bis zur Tropfenbildung steigerte.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) } in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen %
4	Patentierte Zement-Dachfalzziegel mit Sturmkeilnase D.R.P. 83860	G. Schulze, Maschinenfabrik u. Zementziegelei zu Eisleben	—	G = fein- bis mittelkörnig, etwas blasig-porös B = uneben, rauh F = grau; Oberfläche schwarz	2,848 2,732	r = 2,080 s = 2,546 b = 0,817 u = 0,183	5,7	6,2	0,70	—
5	Zementkunstdachsteine	Antr. Wilh. Krakow zu Grimmen	42,0×23,0×1,0 	—	2,725 2,684	—	6,3	6,7	—	—
6	Zement-Doppel-Falzziegel	A. Konicki zu Schubin	29,0×22,5×1,5 Unterseite schwarz gefärbt; Oberseite geteert 	G = fein- bis mittelkörnig, kleinlöcherig-porös B = uneben, rauh, etwas bröcklich F = grau	2,478 2,478	r = 2,054 s = 2,521 b = 0,815 u = 0,185	2,6	3,8	0,42	—
7	Zementdachplatten „Ideal", geschützt durch D. R. G. M. Nr. 145613	Carl Krüger, Kunststeinfabrik zu Baudach a. d. Breslau-Stettiner Bahn	38,5×24,0×— Oberseite mattglänzend, grauschwarz gefärbt 	Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuer: zunehmen. Nach Beendigung des Versuchs hatten die Dachsteine noch entflammt noch explodiert. Nach dem Erkalten zeigten die an der Luft berührten Unterfläche. Die in Wasser abgeschreckten Proben zeigten welche beim Eintauchen in Wasser in 2 und 3 Teile aucheinander Die höchste erreichte Wärme ergab sich auf etwa 1020 C°.						
8	Imprägnierte Zementsteine	C. F. Pfennig, Zementwaren- u. Kunststeinfabrik zu Züllichau	39,2×22,5×— schwarzglänzend 	Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuer: heraus, welche Erscheinung nach kurzer Zeit (etwa 5 Minuten) aufhörte. Nach etwa 50 Minuten Brennzeit zeigten alle Steine muldenförmige Nach einstündiger Feuereinwirkung wurden 5 Steine langsam an der gesprungen und herabgefallen war, ihren Zusammenhang. Nach 2 mit schwachem Knall, während die anderen 3 auf den Mauern liegen Die beobachtete höchste Wärme betrug etwa 1010 C°.						
9	Geteerte Zement-Doppelfalzziegel	Ursprungsangabe nicht gestattet	39,0×22,5×— schwarz 	Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuer: heraus; nach 15 Minuten brannten einzelne Ziegel auch auf der Ober-Ziegel eine muldenförmige Durchbiegung. Nach einstündiger Feuereinwirkung wurden 5 Ziegel langsam an und blieben auf den Mauern liegen; 2 Ziegel brachen auseinander und zammenhang, zeigten jedoch viele feine Risse. Die höchste erreichte Wärme ergab sich auf etwa 1020 C°.						
10	Imprägnierte Zementfalzziegel	desgl.	39,0×22,5×— geteert 	Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuer: kurz darauf fingen die Ziegel auch auf der Oberfläche an zu brennen. förmige Durchbiegung und an der tiefsten Stelle derselben einen klaffenden Nach einstündiger Feuereinwirkung sollten 5 Ziegel langsam an der hatten, so wurden von diesen 3 durch Begießen mit Wasser abgeschreckt biegung noch viele feine Risse; in gleicher Weise verhielten sich die an Die höchste beobachtete Wärme betrug etwa 1075 C°.						
11	Geteerte Zement-Dachsteine	desgl.	39,0×22,5×— geteert	Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuer: einzelne Steine brannten auch auf der Oberfläche. Nach etwa 15 Mi-förmige Durchbiegung und an der tiefsten Stelle derselben einen klaffenden und nach 55 Minuten stürzten auch die letzten Steine in die Glut. Die höchste erreichte Wärme ergab sich auf etwa 1030 C°.						

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren				Aufgesaugtes Wasser			
Stützweite l in cm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung mkg	nach Stunden	in ccm	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
30	52	—	56	—	46	—	r = 27 mm g = 1 kg	9 × 2 × 0,610 = 10,98 1 × 3 × 0,930 = 2,79	Nach 48 Stunden war noch kein Wasser aufgesaugt		—	621
30	53	—	44	—	51	—	—	—	1 2 3 4 5 24	0,8 1,4 1,4 2,6 2,6 6,4	Nach 24 Stunden war noch kein Durchsickern von Wasser an der Unterseite der Dachsteine wahrnehmbar	863
—	—	—	—	—	—	—	r = 20 mm g = 0,5 kg	6 × 2 × 0,525 = 6,30 4 × 3 × 0,975 = 11,70	1 2 3 4 5 24	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,4	Nach 24 Stunden war noch kein Durchsickern von Wasser an der unteren Fläche der Dachsteine wahrnehmbar	1956

einwirkung: Nach etwa 40 Minuten Brennzeit war an einigen Dachsteinen eine leichte, muldenförmige Durchbiegung wahrsoviel Zusammenhang, daß sie sich mit einer Zange leicht herunternehmen ließen. Sie waren während des Brandes weder abgekühlten Proben einige feine Haarrisse, sowie einige mürbe Stellen an der Unterkante und ein Falz an der vom Feuer viele feine Haarrisse und ebenfalls mürbe Stellen im Falz, hatten aber ihren Zusammenhang bewahrt, bis auf zwei Proben, fielen. — 2441

einwirkung: Etwa 20 Minuten nach Beginn des Versuchs züngelten aus den Ziegeln längs der Falze kleine Flämmchen Auf der Oberfläche der Steine fand bei weiterem Brennen eine starke Rauchentwickelung jedoch ohne Flammenbildung statt. Durchbiegung.
der Luft abgekühlt, die anderen 5 durch Begießen mit Wasser abgeschreckt. Von den ersteren behielten alle, bis auf einen, dem Erkalten zeigten die Steine mehrere starke und viele feine Risse. Von den durch Wasser abgeschreckten Steinen zersprangen blieben. Diese ließen jedoch mehrere starke Längs- und Querrisse und viele feine Risse erkennen. — 2485

einwirkung: Etwa 10 Minuten nach Beginn des Versuchs züngelten aus den Ziegeln längs der Falze kleine Flämmchen fläche. Nach weiteren etwa 10 Minuten hörte die Flammenerscheinung auf. Nach etwa 30 Minuten Brennzeit zeigten die

der Luft abgekühlt, die übrigen 5 durch Begießen mit Wasser abgeschreckt. Von den letzteren behielten 3 ihren Zusammenhang fielen herab. Die liegen gebliebenen zeigten viele starke Risse. Die an der Luft abgekühlten Ziegel behielten ihren Zu- — 2490

einwirkung: Nach etwa 10 Minuten Brennzeit züngelten aus den Ziegeln längs der Falze keine Flämmchen heraus. Nach ungefähr 10 Minuten hörte die Flammenerscheinung auf. Nach etwa 20 Minuten zeigten die Steine eine muldenRiß. Nach einer Brennzeit von etwa 30 Minuten brachen 5 Ziegel durch und fielen herab.
Luft, die anderen 5 durch Begießen mit Wasser abgeschreckt werden. Da aber nur 5 Ziegel ihren Zusammenhang bewahrt und die beiden übrigen an der Luft abgekühlt. Die ersteren erlitten hierbei außer dem Riß an der tiefsten Stelle der Durchder Luft abgekühlten Ziegel. — 2509

einwirkung: Nach etwa 5 Minuten Brennzeit züngelten aus den Steinen längs der Falze kleine Flämmchen heraus; nuten hörte die Flammenerscheinung auf. Nach etwa 25 Minuten der Feuereinwirkung zeigten die Steine starke muldenRiß. Nach 45 Minuten Brennzeit waren 2 Steine durchgebrochen und herabgefallen, nach 50 Minuten fiel ein dritter Stein, — 2510

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung	Herkunft	Abmessungen der Proben	Beschaffenheit der Bruchfläche	Mittleres Gewicht der trockenen Proben	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$ $1 - b = u$	Wasseraufnahme nach 24 Stunden	Wasseraufnahme nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Gehalt an löslichen Salzen
	des Materials		Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	kg		in % des Trockengewichts	w		%
										3. Dach-
1	Dachpappe	Ursprungsangabe nicht gestattet	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—
2	Dachpappe	desgl.	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—
3	Dachpappe	desgl.	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—
4	Dachpappe	desgl.	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—
5	Dachpappe	desgl.	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—
6	Dachpappe	desgl.	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
pappe.												
—	Zugfestigkeit: Bruchbelastung 26,6	Bruchdehnung 3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	Bei der Prüfung betrug die Zimmerwärme 18 C°, die Luftfeuchtigkeit 65 %	P 9485
—	18,2	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	wie vor	P 10104 a
—	15,2	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	wie vor	P 10104 b
—	32,9	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	wie vor	P 10104 c
—	32,1	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—	wie vor	P 10104 d
—	26,5	4,3	—	—	—	—	—	—	—	—	wie vor	P 11038

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = n$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{n}$	Gehalt an löslichen Salzen %
7	Dachpappe	Ursprungsangabe nicht gestattet	l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—
8	Dachpappe	desgl.	Dicke = 0,3 cm; l, b des Probestreifens = 36 cm, = 5 cm	—	—	—	—	—	—	—

4. Dachdeckstoffe

1	Dachfalzziegel, aus Kalksandsteinmaterial hergestellt	Ursprungsangabe nicht gestattet	39,0 × 23,0 × 1,0	—	—	—	—	—	—	—
2	Dachfalzplatten, aus Sägemehl und einem Bindemittel hergestellt[1])	Walther & Wilhelm Schmidt zu Eckesey		—	1,046 0,970	—	10,5	15,9	—	—
3	Asbestschiefer	Herkunft nicht angegeben. Antr. D. H. W. Schultz & Sohn zu Hamburg	15,0 × 10,0 × 0,25	F = bläulich mit weißgrauen Stellen	—	—	22,3	23,7	—	—

[1]) Ergebnis der Prüfung auf Verhalten gegen Feuereinwirkung: Etwa 5 Minuten nach Beginn des Versuches spalteten sich an der Oberfläche der Platten mit starkem Knall fast kreisrunde Stücke ab, die zum Teil mit fort geschleudert wurden. Diese Explosionserscheinungen währten etwa 15 Minuten. Nach einer Feuereinwirkung von ungefähr 20 Minuten wurde eine Platte zum Zwecke einer photographischen Aufnahme entfernt (vergl. Lichtbild Fig. 2 S. 218). Nach etwa 25 Minuten fingen die Platten an sich zu wölben, und nach ungefähr 30 Minuten war eine Platte durchgebrochen und herabgefallen. Nach etwa 40 Minuten folgten drei weitere Platten. Von den drei übrig gebliebenen Falzplatten wurden zwei an der Luft abgekühlt und die dritte mit Wasser begossen. Diese zerfiel bei der Berührung mit Wasser sofort, auch die an der Luft abgekühlten Platten erwiesen sich nach dem Erkalten als völlig zerstört und mürbe, sodaß die einzelnen Teilchen zwischen den Fingern zu Pulver zerrieben werden konnten.

Die beobachtete höchste Wärme betrug etwa 1075 C°.

11	12		13		14		15		16		17	18
	Biegefestigkeit						Stoßfestigkeit		Wasserdurchlässigkeit			
Stützweite l in cm	trocken		wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung	Aufgesaugtes Wasser		Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		mkg	nach Stunden	in ccm		
—	Zugfestigkeit 8,5	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	Bei der Prüfung betrug die Zimmerwärme 18 C° die Luftfeuchtigkeit 65 %	P 11061
—	39,4	5,0	Durchdrückversuche: Mittlere Durchbiegungen in mm, bei den übergeschriebenen Belastungen in kg: 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 — Bleibende Durchbiegung bei kg: 8,0 | 12,0 — Bruchlast kg: 2,6 | 4,9 | 7,0 | 9,3 | 11,9 | [12,5] | 3,2 | 6,4 | 15,4								2 0,0 4 0,4 6 0,7 24 4,5 72 19,8	wie vor	P 12098

besonderer Art.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 10,0 2 16,8 3 23,2 4 33,8 5 46,4 24 97,6 [3]		Die Wasserdurchlässigkeit wurde an getrockneten Scherbenstücken von etwa 15 × 15 cm ermittelt, die an den Bruchflächen mit Wachs gedichtet waren [2]	1704
32	82	161	—	—	47	84	r = 20 mm g = 0,5 kg	[4] 2×4× 6,400= 51,20 4×6× 9,900=237,60 4×7×12,500=350,00	1 0,0 2 0,0 3 0,0 4 0,0 5 0,0 24 0,0		Aufgesaugtes Wasser nach 48 Stunden: 1,0 ccm 72 „ : 1,6 „ [5]	2523
—	—	—	—	—	Die Asbestschieferproben erlitten bei 25 maliger Frostbeanspruchung keine sichtbaren Veränderungen		—	—	Nach drei Wochen Einwirkung von schwefliger Säure waren die Proben stark aufgeweicht und hatten sich in eine förmlich breitige Masse verwandelt		Der Asbestschiefer enthielt 0,45 % in Wasser lösliche Bestandteile; der wässerige Auszug war alkalisch und zeigte außerdem starke Reaktion auf Magnesia und Chlor	1793

[2]) Nach 24 Stunden war noch kein Durchsickern von Wasser an der Unterseite der Dachsteine wahrnehmbar.
[3]) Scherbenstücke von etwa 15 × 15 cm wurden mit einem erhöhten Wachsrand eingefaßt und der entstehende Innenraum mit Wasser gefüllt, sodaß die ganze Oberfläche der Ziegelstücke mit Wasser bedeckt war.
Innerhalb 24 Stunden fand kein Wasseraustritt an der Unterseite der Proben statt.
[4]) Bei den Stoßversuchen erlitten die Platten am Aufschlagspunkte des Fallgewichts nur Einbeulungen mit feinen Rissen oder zersprangen in drei oder vier Teile.
[5]) Sämtliche Platten ließen bis zu 72 Stunden kein Durchsickern des Wassers erkennen.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	
Laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben in kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = b$, $1 - b = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung	$\frac{w}{u}$	Biegefestigkeit trocken: Stützweite l in cm	Bruchlast in kg	σ_B in kg/qcm
5. Schie-												
1	Dachschieferplatten	Grube Honert bei Raumland der Firma D. Rompel zu Berleburg	30,7 × 20,5 × 0,54	G = gleichförmig dicht B = dünnblättrig F = mattglänzend grauschwarz	0,814 0,796	r = 2,702 s = 2,732 b = 0,989 u = 0,011	0,3	0,3	0,06	25	36,2	227
2	Portugiesischer Dachschiefer	Brüche des Herrn Gustav Cudell in Oporto	30,0 × 20,0 × 0,6	G = gleichförmig dicht, schwach durchsetzt von kleineren und größeren Pyritknoten B = dünnblättrig F = mattglänzend, grauschwarz Einige Platten klangen beim Anschlagen mit dem Hammer hell, andere klapprig	0,872 0,864	r = 2,782 s = 2,810 b = 0,990 u = 0,010	0,4	0,5	0,14	25	38,6	201
3	Schiefer	Ursprungsangabe nicht gestattet	29,5 × 20,0 × 0,58	G = gleichförmig, dicht B = dünnblättrig F = bläulich schwarzgrau, mattglänzend	0,968 0,794	r = 2,705 s = 2,737 b = 0,988 u = 0,012	0,5	0,6	0,14	25	66	368
4	Schieferplatten	Ursprung unbekannt. Antr. Magistrat zu Burgsteinfurt	—	—	—	—	0,3	0,8	—	—	—	—

[1]) Bei den Vorversuchen zur Ermittelung der Stoßfestigkeit ergab sich, daß die Platten beim Aufschlagen des Fallgewichts nicht zersprangen, sondern an dem Aufschlagspunkt des Fallgewichts eine runde Vertiefung erlitten, während auf der Rückseite unterhalb der Vertiefung Ausbauchungen und Rissigwerden bis zur Lochbildung sichtbar wurden. Bei den Versuchen wurde daher zunächst

12		13		14		15	16	17
festigkeit				Stoßfestigkeit				
wasserſatt		nach 25 maligem Gefrieren		Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerſtörung	Schwefelig-Säure-Probe	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
Bruchlaſt kg	σ_B kg/qcm	Bruchlaſt kg	σ_B kg/qcm		mkg			
ſer.								
36,0	226	31,1	195	r = 20 mm g = 0,5 kg	8×2×0,30 = 4,80 [1] 2×3×0,45 = 2,70	Nach drei Wochen Einwirkung der ſchwefligen Säure ließ der Schiefer keine merkliche Änderung im Gefüge erkennen. Die Probeſtücke waren weder abgeblättert noch ſchwammig oder leicht zerreiblich geworden, zeigten dagegen ein mattes gebleichtes hellgeflecktes Ausſehen	Glühverluſt . . . . . 6,19 % Gehalt an Pyrit bezw. Markaſit . 1,63 „ kohlenſaurem Kalk . . 1,43 „ kohlenſaurer Magneſia 5,00 „	545
28,9	151	30,7	160	—	—	Nach drei Wochen Einwirkung der ſchwefligen Säure ließ der Schiefer in Farbe, Glanz, Härte und Gefüge keine merkliche Veränderung erkennen	Gehalt an Schwefelkies (Pyrit) . 0,31 % kohlenſaurem Kalk . . 0,91 „ kohlenſaurer Magneſia 3,37 „	631
45	251	41	229	r = 20 mm g = 0,5 kg	1×1×0,125 = 0,125 [2] 6×2×0,250 = 3,000 3×3×0,375 = 3,375	Nach drei Wochen Einwirkung der ſchwefligen Säure zeigte der Schiefer ein helleres, matteres Ausſehen, war oberflächlich ſehr merklich erweicht und fing an abzublättern. Nach drei Wochen zerfielen die Schieferplättchen, indem ſie ſich namentlich an der Unterkante ſchichtenweiſe lockerten und ablöſten	Gehalt an Schwefelkies (Pyrit) . 0,66 % kohlenſaurem Kalk . . 39,82 „ kohlenſaurer Magneſia 2,62 „	868
—	—	—	—	—	—	Nach drei Wochen Einwirkung der ſchwefligen Säure hatte ſich der Schiefer im Ausſehen und Gefüge nicht merklich verändert	Gehalt an Schwefelkies (Pyrit) . 2,53 % kohlenſaurem Kalk . . Spuren kohlenſaurer Magneſia „	942

die Anzahl Schläge feſtgeſtellt, bei welchen ein merklicher Eindruck ſichtbar wurde, und dann diejenige Schlagzahl, bei welcher Lochbildung eintrat.

[1]) Zwei Platten zerbrachen während der Waſſerlagerung.

[2]) Beim zweiten bezw. dritten Schlage wurde die Platte am Aufſchlagspunkt des Fallgewichts durchlocht.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	
laufende Nr.	Handelsbezeichnung des Materials	Herkunft	Abmessungen der Proben: Länge (l), Breite (b), Höhe (h) in cm	Beschaffenheit der Bruchfläche: G = Gefüge, B = Bruch, F = Farbe	Mittleres Gewicht der trockenen Proben in kg	Raumgewicht (r) spezifisches Gewicht (s) $\frac{r}{s} = d$, $1 - d = u$	Wasseraufnahme in % des Trockengewichts: nach 24 Stunden	nach Sättigung w	$\frac{w}{u}$	Stützweite l in cm	Biegefestigkeit trocken: Bruchlast in kg	σ_B in kg/qcm
5	Schieferprobe, dem Dache eines Schulgebäudes entnommen	Ursprung unbekannt. Antr. Hochbauamt zu Frankfurt a. M.	—	G = gleichförmig dicht B = dünnblättrig F = bläulich grauschwarz, mattglänzend	—	r = 2,722 s = 2,740 d = 0,993 u = 0,007	—	—	—	—	—	—
6	Schieferprobe, dem Dache einer Turnhalle entnommen	Ursprung unbekannt. Antr. dasselbe	—	G = gleichförmig dicht B = dünnblättrig F = bläulich grauschwarz, mattglänzend	—	r = 2,736 s = 2,756 d = 0,993 u = 0,007	—	—	—	—	—	—
7	Schieferprobe, dem Dache eines Dienstwohngebäudes entnommen	Ursprung unbekannt. Antr. dasselbe	—	G = gleichförmig dicht B = dünnblättrig F = bläulich grauschwarz, mattglänzend	—	r = 2,741 s = 2,759 d = 0,993 u = 0,007	—	—	—	—	—	—
8	Schiefer	Grube Hohenrain zu Caub a. Rh. Antr. dasselbe	—	G = gleichförmig dicht B = dünnblättrig F = bläulich grauschwarz, mattglänzend	—	r = 2,760 s = 2,778 d = 0,994 u = 0,006	—	—	—	—	—	—
9	Schiefer aus verschiedenen Abbauen	Gewerkschaft Rennseiterstollen Georg Meyer zu Caub a. Rh.	30,0 × 20,0 × {0,40 bis 0,68}	G = gleichförmig dicht B = dünnblättrig F = mattglänzend grauschwarz	0,790 0,787	r = 2,747 s = 2,765 d = 0,993 u = 0,007	0,2	0,6	0,24	27	58	359
10	Schiefer	Dachschieferbruch und Steinhauerei Gebr. Marggraff zu Recht	27,0 × 17,0 × {0,34 bis 0,60}	G = gleichförmig, feinkörnig bis dicht B = dünnblättrig F = mattglänzend dunkelgrau	0,481 0,479	r = 2,857 s = 2,899 d = 0,986 u = 0,014	0,8	1,0	0,20	17	61	391
11	Schiefer verschiedener Herkunft	Antr. O. H. W. Schultz & Sohn zu Hamburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

12		13		14		15	16	17
festigkeit				Stoßfestigkeit				
wassersatt		nach 25 maligem Gefrieren						
Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Radius (r) und Gewicht (g) des Fallbären	Schlagarbeit bei der Zerstörung mkg	Schwefelig-Säure-Probe	Bemerkungen	Prüfungs-Nr.
—	—	—	—	—	—	Nach drei Wochen Einwirkung der schwefligen Säure hatte der Schiefer eine olivgrüne Farbe angenommen; im übrigen war er unverändert geblieben	Glühverlust . . 4,45 % In Salpeter, Salzsäure Unlösliches 80,71 „ Eisenoxyd u. Tonerde . . . . 11,45 „ Kalk . . . . . 1,10 „ Magnesia . . . 1,96 „ Schwefelsäure (Schwefelkies) . 0,39 „ (0,29 %)	1203 a
—	—	—	—	—	—	desgl.	Glühverlust . . 4,86 % In Salpeter, Salzsäure Unlösliches 78,82 „ Eisenoxyd u. Tonerde . . . . 12,55 „ Kalk . . . . . 1,30 „ Magnesia . . . 2,93 „ Schwefelsäure (Schwefelkies) . 0,29 „ (0,22 %)	1203 b
—	—	—	—	—	—	desgl.	Glühverlust . . 4,92 % In Salpeter, Salzsäure Unlösliches 79,70 „ Eisenoxyd u. Tonerde . . . . 12,75 „ Kalk . . . . . 0,60 „ Magnesia . . . 2,63 „ Schwefelsäure (Schwefelkies) . 0,35 „ (0,26 %)	1203 c
—	—	—	—	—	—	desgl.	Glühverlust . . 4,40 % In Salpeter. Salzsäure Unlösliches 78,49 „ Eisenoxyd u. Tonerde . . . . 13,05 „ Kalk . . . . . 0,90 „ Magnesia . . . 2,54 „ Schwefelsäure (Schwefelkies) . 0,43 „ (0,32 %)	1203 d
40	264	35	255	Die Platten ließen sich durch Holzbearbeitungswerkzeuge bearbeiten; sie ließen sich leicht nageln, hobeln, sägen, bohren und feilen		Nach drei Wochen Einwirkung der schwefligen Säure war der Schiefer in Glanz, Farbe, Härte und Gefüge unverändert geblieben	Gehalt an kohlensaurem Kalk . . 0,14 % kohlensaurer Magnesia 0,13 „ Schwefelkies (Pyrit) . 0,19 „	2728
46	344	46	321	Die Platten ließen sich durch Holzbearbeitungswerkzeuge bearbeiten; sie ließen sich leicht nageln, hobeln, sägen, bohren und feilen		Nach vier Wochen Einwirkung der schwefligen Säure war der Schiefer in Glanz, Farbe, Härte und Gefüge unverändert geblieben	Der Schiefer enthielt weder Schwefelkies, noch kohlensauren Kalk, noch kohlensaure Magnesia in erheblichen Mengen	3076
—	—	—	—	—	—	—	—	

a) Ergebnisse der Prüfung auf Gehalt an schädlichen Bestandteilen (zu Nr. 11).

Bestandteile	1 Lehestener-Schiefer %	2 Obermosel-Schiefer %	3 Raumländer Schiefer %	4 Prima engl. Schiefer (rot) %	5 Raumländer Schiefer %	6 Französischer Schiefer nach ca. 10 jähriger Verwendung %	7 Französischer Schiefer (grau) %	8 Prima engl. Schiefer (blau) %	9 Französischer Schiefer (blau) %	10 Engl. Schiefer (blau) unbekannter Herkunft %	11 Französischer Schiefer (Victoria) %
Kohlensaurer Kalk	0,70	0,30	3,65	0,90	3,50	0,31	0,25	0,35	0,45	0,45	37,20
Kohlensaure Magnesia	3,50	1,57	4,86	0,73	0,56	2,20	1,83	0,55	0,80	0,80	0,60
Schwefelkies (Pyrit)	0,17	0,61	0,29	0,03	0,58	0,05	0,04	0,20	0,36	0,10	0,75

b) Schwefligsäure-Probe.

Nach drei Wochen Einwirkung der schwefligen Säure zeigten die Schiefer 1 bis 10 keine Veränderung. Schiefer 11 war in der schwefligen Säure kaum merklich weicher geworden.

Dieselben Versuchsstücke wurden sodann mit Wasser gesättigt und nochmals der Einwirkung der schwefligen Säure ausgesetzt.

Nach 14 Tagen Einwirkung der schwefligen Säure hatten sich die Schiefer 1, 2, 4 und 6—10 nicht verändert. Schiefer 3 und 5 waren etwas mürbe geworden. Schiefer 11 war stark erweicht und aufgequollen und zeigte blasenförmige Aufblätterungen.

c) Frostbeständigkeit.

Bei den Frostversuchen verhielten sich sämtliche Schiefer gleich. Sie erlitten bei 25maliger Frostbeanspruchung keine sichtbaren Veränderungen.

Angaben des Antragstellers.

Mit Ausnahme des unter 6 aufgeführten Schiefers waren sämtliche Proben neue ungebrauchte Schiefer.

Die unter 4 und 8 aufgeführten Schiefer haben sich für norddeutsches Klima auf Grund langjähriger Erfahrungen am besten bewährt und sind Verwitterungs-Erscheinungen nicht bemerkt worden.

Die Schiefer 6, 7, 9 und 11 bewähren sich in unserem Klima nicht gut und zeigen schon nach einigen Jahren Verwitterungs-Erscheinungen, besonders Schiefer 6, welcher einem 10 Jahre alten Schieferdach entnommen und bereits derartig mürbe geworden war, daß eine Neueindeckung erforderlich wurde. Über den engl. Schiefer 10 ist nichts näheres bekannt.

Mit den Schiefern 1, 2, 3 und 5 sind noch keine genügenden Erfahrungen gesammelt, um ein abschließendes Urteil abgeben zu können; dem Anschein nach bewähren sie sich jedoch gut.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

INDEXED

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster. Jahrgang: 1903.

Erstes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

Seit 1883 erscheinen

Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bekanntmachung 1
2. Der deutsche Normalsand. Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary 2
3. Untersuchung von Wollölen und gefärbten Ölen. Von Dr. J. Marcusson, Assistenten der Abteilung für Ölprüfung.
   1. Wollöle 48
   2. Der Säuregehalt gefärbter Mineralöle 51
4. Mitteilungen aus der Abteilung für Ölprüfung. Vom Vorsteher Professor Dr. Holde.
   1. Die Prüfung von Leuchtpetroleum mittels der sog. Natronprobe 52
   2. Zur Prüfung des Gefrierpunktes fetter Öle 57
   3. Zur Bestimmung von weichem Asphaltpech in dunklen Mineralzylinderölen 57
   4. Zur Kenntnis des Daturaöls (Zweite Mitteilung) 59
5. Bekanntmachung 60

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Untersuchungen
über den
Einfluss der Art und des Wechsels der Belastung
auf die
elastischen und bleibenden Formänderungen.

Von
Dr.-Ing. Otto Berner.
Mit 5 Figuren im Text und 5 lithograph. Tafeln.
Preis M. 2.—.

Die Kontrolle des Dampfkesselbetriebes
in Bezug auf
Wärmeerzeugung und Wärmeverwendung.
Von
Paul Fuchs,
Ingenieur der Berliner Elektricitäts-Werke.
Mit 16 in den Text gedruckten Figuren.
Preis M. 2,40.

Elektrkraft und Beharrungsregler.
Versuch
einer einfachen Darstellung der Regulierungsfrage im Tolleschen Diagramm.
Von
Dr.-Ing. Fritz Thümmler.
Mit 21 Textfiguren und 6 lithograph. Tafeln.
Preis M. 4,—.

Anleitung
zur
statischen Berechnung von Eisenkonstruktionen im Hochbau.
Von
H. Schloesser,
Ingenieur.
Mit 160 in den Text gedruckten Abbildungen, einer Beilage und einem Bauplan.
Dritte, verbesserte Auflage
bearbeitet und herausgegeben von
W. Will, Ingenieur.
In Leinwand gebunden Preis M. 7,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Sämtliche Apparate
zur
Untersuchung von Mineralölen
empfehlen in bester Ausführung [1615]
Sommer & Runge,
Berthold Pensky Nachfolger,
BERLIN SW., Wilhelmstrasse No. 122.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Analytische Methoden
für
Thomasstahlhütten-Laboratorien.

Zum Gebrauche für Chemiker und Laboranten
bearbeitet
von
Albert Wencélius,
Chef-Chemiker der Werke zu Neuves-Maisons der Hüttengesellschaft Châtillon, Commentry und Neuves-Maisons,
ehemaliger Chef-Chemiker der Stahlwerke von Micheville und Differdingen.

Autorisierte deutsche Ausgabe
von
Ed. de Lorme,
Chemiker.

Mit 14 in den Text gedruckten Figuren.

In Leinwand gebunden Preis M. 2,40.

Ist die Unfreiheit unserer Kultur eine Folge der Ingenieurkunst?

Rede zum Geburtsfeste
Seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm II.
in der Halle der
Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin
am 26. Januar 1903
gehalten von dem zeitigen Rektor
Kammerer.

Preis 50 Pfg.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu eine Beilage von Julius Springer in Berlin N.

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster Jahrgang: 1903.

Zweites Heft.

Mit 1 Tafel.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

Seit 1883 erscheinen

Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bekanntmachung 61
2. Bericht über die Tätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1902 . . . 61
3. Scheidevorrichtung für verschieden schwere Flüssigkeiten. Vom Vorsteher der Abteilung für Ölprüfung, Professor Dr. Holde 80
4. Zur Frage der Prüfung plastischer Mörtel. Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary 81
5. Flachsprüfungen. Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Professor W. Herzberg . . . 91
6. Kleine Mitteilungen aus der Abteilung für Papierprüfung. Vom Abteilungsvorsteher Professor W. Herzberg.
   - Löschpapiere 102
   - Schulhefte 103
7. Kleine Mitteilungen aus der Abteilung für Baumaterialprüfung. Vom Abteilungsvorsteher Professor M. Gary.
   - Die Körnerplättchen zu Bauschingers Tasterapparat 106
   - Zerspringen von Kaminrohren 106
   - Zementfliesen 109
   - Wertbestimmung der Puzzolane 110

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS
INDEXED

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster Jahrgang: 1903.

Drittes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

Seit 1883 erscheinen

Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

		Seite
1.	Bekanntmachung	111
2.	Druckfestigkeit von Beton und Einfluß der Körper-(Würfel-)Größe auf die Erhärtung bezw. Festigkeit von Zement-Mörtel und Beton. Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung	111
3.	Hochofenschlacke und Portland-Zement. Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary	159
4.	Bekanntmachung	170

INDEXED

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster Jahrgang: 1903.

Viertes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

Seit 1883 erscheinen

Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Versuche zur Ermittelung eines möglichst dichten Sandes aus Freienwalder Rohsand. Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary 171
2. Über das Durchscheinen der Schrift bei Normalpapieren. Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Professor W. Herzberg 176
3. Normalkalk. Vom Vorsteher der Abteilung für Baumaterialprüfung, Professor M. Gary 188
4. Mitteilungen aus fremden Zeitschriften. Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung.
   1. Ein neues Verfahren zur Ermittelung der Zugfestigkeit von Portland-Zement 196
   2. Die Ermüdung von Zementproben 197
   3. Über den Einfluß der Dauer der auf die Wasserlagerung folgenden Luftlagerung von Zementproben auf ihre Festigkeit 198
5. Normalpapiere. Vom Vorsteher der Abteilung für Papierprüfung, Professor W. Herzberg 200

TITLE PAGE & INDEX
INDEXED
THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX TILDEN FOUNDATIONS

Mitteilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Einundzwanzigster Jahrgang: 1903.

Fünftes und sechstes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1903.

Seit 1883 erscheinen

Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte — Preis für den Jahrgang M. 12,—

Inhalt.

Seite

1. Bestimmungen über das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier 211
2. Die Prüfung von Pflastermaterial, Fußbodenbelag und Dachdeckstoffen. Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abteilung für Baumaterialprüfung 216

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Die Hebezeuge

Theorie und Kritik ausgeführter Konstruktionen

mit besonderer Berücksichtigung

der elektrischen Anlagen.

Ein Handbuch für Ingenieure, Techniker und Studierende

von

Ad. Ernst,

Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der k. techn. Hochschule zu Stuttgart.

Vierte, neubearbeitete Auflage.

Unter Mitwirkung von

J. Kirner,

Regierungsbauführer und Assistent an der k. techn. Hochschule zu Stuttgart.

In drei Bänden.

1800 Seiten Lex. 8°. — Mit 1486 Textfiguren und 97 lithographierten Tafeln.

In drei Leinwandbände gebunden Preis M. 60,—.

Technisches Wörterbuch

in

Vier Sprachen.

Von

Eduard Webber.

Deutsch
Italienisch — Französisch — Englisch.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 5,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Sämtliche Apparate
zur
Untersuchung von Mineralölen
empfehlen in bester Ausführung [1615]
Sommer & Runge,
Berthold Pensky Nachfolger,
BERLIN SW., Wilhelmstrasse No. 122.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Die Prüfung
von
Gleichstrommaschinen
in
Laboratorien und Prüfräumen.

Ein Hilfsbuch für Studierende und Praktiker
von
Carl Kinzbrunner,
Ingenieur und Dozent für Elektrotechnik an der Municipal School of Technology in Manchester.

Mit 249 Textfiguren.
In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

Wissenschaftliche Abhandlungen
der
Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Band IV. Heft 1.

Preis M. 8,—.

Inhalt:

Untersuchungen über die thermische Ausdehnung von festen und tropfbar flüssigen Körpern. VII. Bestimmung der Ausdehnung des Wassers für Temperaturen zwischen 50° und 100°. Von M. Thiesen.
Untersuchungen über die Wärmeausdehnung fester Körper. Von Karl Scheel.
Theorie und Leistungsfähigkeit der Dispersionsapparate hoher Auflösungskraft. Von O. Lummer und E. Gehrcke.
Die Zerstäubung und Rekristallisation elektrisch geglühter Platinmetalle. Von L. Holborn, F. Henning und L. Austin.
Über Kathoden-Zerstäubung. Von L. Holborn und L. Austin.
Die Quecksilber-Normale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für das Ohm (Fortsetzung II). Von Wilhelm Jaeger und Hermann Diesselhorst.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu eine Beilage von: G. Braun'sche Hofbuchdruckerei und Verlag in Karlsruhe.